Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

Comfort Safety and Information Technology (CSIT)

1

UNTUK SMK / MAK KELAS XI

Penulis : **M. Saiful Rokim**
Editor Materi : **Trigas Badmianto**
Editor Bahasa :
Ilustrasi Sampul :
Desain & Ilustrasi Buku : **PPPPTK BOE MALANG**

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com

DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Teknik Ototronik,Edisi Pertama 2013
Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Teknik Ototronik,Comfort Safety And Information Technology

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi BELAJAR (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Buku teks ″ Comfort Safety And Information Technology ″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran "Comfort Safety And Information Technology ″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan eksperimen ilmiah (penerapan scientifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks siswa untuk Mata Pelajaran Comfort Safety And Information Technology kelas XI /Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013

Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

DAFTAR ISI

BAB VIII
VEHICLE SECURITY SYSTEM
ALARM, CENTRAL DOOR LOCK DAN WIRELESS REMOTE

BAB IX
VEHICLE SECURITY SYSTEMIMMOBILIZER

Glosarium

Amper	: Satuan dari kuat arus listrik
Volt	: Satuan dari tegangan listrik
Ohm	: Satuan dari tahanan listrik
Amper-meter	: Alat ukur kuat arus listrik
Volt-meter	: Alat ukur tegangan listrik
Ohm-meter	: Alat ukur tahanan listrik
Relay	: Kontaktor yang dapat dikendalikan dengan sirkuit berbeda
Reflektor	: Benda yang bertugas memantulkan cahaya
Titik api	: Titik fokus dari bentuk parabolik
Sealed Beam	: Lampu kepala yang tidak dapat dibuka bola lampunya
Kaca bias	: Kaca yang berfungsi untuk membiaskan cahaya
Wiper	: Sistem penghapus kaca
Interval	: Kejadian yang berjedah waktu
Flashser	: Pengedip
Bimetal	: Bahan yang terbuat dari dua jenis logam yang dihimpitkan
Transformator	: Benda yang berfungsi untuk mentransformasikan
Induksi	: Tegangan yang muncul akibat dari perubahan medan magnet
Sudut Pengapian	: Sudut jarak antara satu pengapian ke pengapian berikutnya
Sudut Dwel	: sudut lamanya kontak pemutus menutup
Isolator	: Bagian yang bertugas untuk mengisolasi atau memblokir
Generator	: Pembangkit arus listrik DC
Alternator	: Pembangkit arus listrik AC
Regulator	: Sebagai pengatur atau yang mengatur
Kapasitas	: Daya tampung
Kopling jalan bebas	: Kopling satu arah
Freon	: Zat pendingin
Remot	: Kendali dengan jarak
Wireless remot	: Kendali jarak tanpa kabel
Central door lock	: Pengunci pintu sistem terpusat
CAN	: *Controller Area Network*, sistem jaringan yang dibuat oleh Bosch, banyak digunakan untuk jaringan otomotif dengan kecepatan tinggi dan menggunakan 4 kabel, 2 kabel untuk transmisi data dan 2 kabel sebagai power supply
DDS 1	: *Diesel Diebstahl Schutz* , semacam ECU (*Electronic Control Unit*) atau ECM (*Electronic Control Modul*) yang dipakai pada mesin diesel identik dengan DSM (*Diesel Smart Module*)
DLC	: *Data Link Connector* , konektor untuk menghubungkan antara scantool dengan ECU atau ECM pada sistem diagnosis
DTC	: *Diagnostic Trouble Code*, kode kesalahan pada sistem diagnosis

EPC : *Electronic Parts Catalogue*, katalog untuk part elektronik

HEC : *Hybrid Electronic Cluster*

IC : *Instrument Cluster*

MIS : *Mazda Immobilizer System*, sistem immobilizer pada mazda

OBD : *On-Board-Diagnostics*

PATS : *Passive Anti-Theft System*

I-PATS : *Integrated PATS*

D-PATS : *Distributed PATS*

PCM : *Powertrain Control Module*, identik dengan ECU atau ECM, lebih dikhusukan ke mesin (menghasilkan tenaga)

PID : *Parameter IDentification*

RF-ID : *Radio Frequency-IDentification*

RKE : *Remote Keyless Entry*

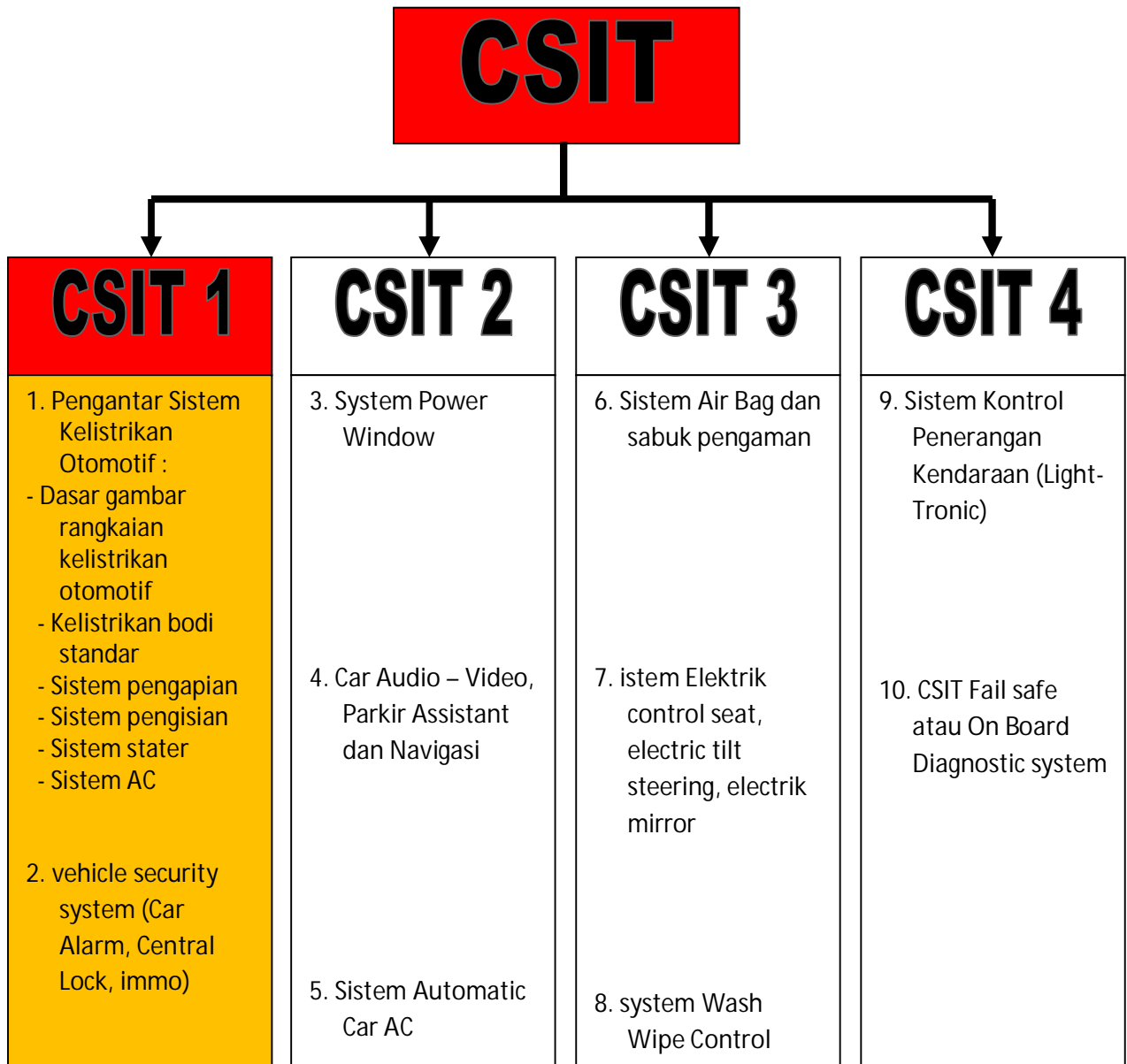
SST : *Special Service Tool*

VIN : *Vehicle Identification Number*

WDS : *Worldwide Diagnostic System*

W/M : *Workshop Manual*, manual service kendaraan biasanya dalam bentuk buku atau file dengan format pdf

Peta Kedudukan Bahan Ajar

Pengantar sistem kelistrikan otomotif dan V ehicle security system terhadap mata pelajaran CSIT yang lain

BAB I

PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF
KELAS XI SEMESTER 1
PERTEMUAN 1

PENDAHULUAN

1.1. Deskripsi

Dasar dasar sistem kelistrikan otomotif adalah sistem kelistrikan otomotif standar konvensional yang terpasang secara standar pada kendaraan bermotor, yang pada akhirnya dikembangkan secara lanjut menjadi sistem kelistrikan secara modern memanfaatkan sistem kontrol, sehingga sistem bisa dibuat lebih otomatis.

Dasar dasar sistem kelistrikan otomotif yang selama ini sudah terpasang pada kendaraan bermotor secara standar terdiri dari:

- Kelistrikanbodistandar
- Sistempengapian
- Sistempengisian
- Sistemstater
- Sistem AC

Bertahun tahun sistem kelistrikan standar tersebut digunakan pada kendaraan bermotor untuk menunjang kinerja dari sebuah kendaraan bermotor karena tanpa sistem kelistrikan kendaraan tersebut tidak akan dapat berfungsi dengan sempurna, bahkan ada sistem kelistrikan yang mutlak harus ada pada sebuah kendaraan bermotor, tanpa sistem tersebut mesin dari kendaraan tersebut tidak akan pernah bisa berjalan (contoh sistem pengapian)

Seiring dengan perkembangan jaman dan perkembangan teknologi, sistem kelistrikan yang tadinya standar konvensional mulai tergantikan dengan sistem yang memanfaatkan teknologi kontrol elektronik, yang didalamnya mulai banyak melibatkan komponen elektronika bahkan juga mulai banyak yang melibatkan teknologi IT (information Teknologi) yang artinya bahwa sistem tersebut sudah dilengkapi dengan hard-ware dan soft-ware sistem kontrol

Vehicle security system merupaka materi pembelajaran awal yang memuat sistem kontrol elektronik, setelah mendapatkan dasar dasar rangkaian sistem kelistrikan otomotif maka sudah langsung masuk ke materi kelistrikan tomotif modern

Bahkan pada dewasa ini sistem kelistrikan otomotif yang dilengkapi dengan sistem kontrol elektronik sudah mulai terpasang pada hampir semua sistem kelistrikan yang ada pada kendaraan bermotor.

1.2. Prasyarat

Materi dasar dasar kelistrikan otomotif memberikan bekal awal tentang sistem kelistrikan yang ada pada kendaraan bermotor sebagai bekal pengetahuan awal sebelum masuk pada sistem kelistrikan otomotif yang melibatkan sistem kontrol elektronik . Materi ini disampaikan pada kelas XI semester 1.
Materi vehicle security system merupakan materi awal yang ada muatan sistem kontrol elektronik yang diberikan pada kelas XI semester 1 untuk memulai sistem kontrol elektronik pada kendaraan bermotor.

1.3. Petunjuk Penggunaan

Buku ini dibuat dengan memberikan penjelasan tentang pengetahuan dasar dasar kelistrikan otomotf.dan vehicle security system. Untuk memungkinkan siswa belajar sendiri secara tuntas , maka perlu diketahui bahwa isi buku ini pada setiap kegiatan belajar umumnya terdiri atas. Uraian materi, rangkuman, Lembar kerja, dan Pengayaan, sehingga diharapkan siswa dapat belajar mandiri (*individual learning*) dan *mastery learning* (belajar tuntas) dapat tercapai.

1.4. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang hendak dicapai adalah agar siswa mampu:

- Membuat daftar nama komponen dari ***Dasar dasar SistemKelistrikanOtomotif***
- Mengamati fungsi dan cara kerja dari ***Dasar dasar SistemKelistrikanOtomotif***
- Mengamati wiring diagram dari ***Dasar dasar SistemKelistrikanOtomotif***
- Membuat daftar kemungkinan masalah kerusakan yang timbul dan kemungkinan solusinya dari ***Dasar dasar SistemKelistrikanOtomotif***

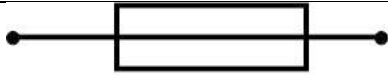
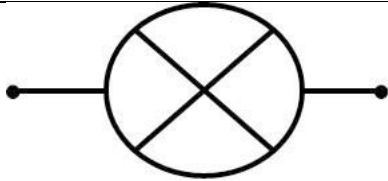
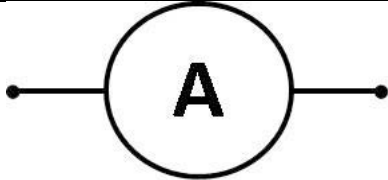
- Membuat daftar nama komponen dari ***Vehicle security system (Car Alarm, Central Lock, immo)***
- Mengamati fungsi dan cara kerja dari ***Vehicle security system (Car Alarm, Central Lock, immo)***
- Mengamati wiring diagram dari ***Vehicle security system (Car Alarm, Central Lock, immo)***
- Membuat daftar kemungkinan masalah kerusakan yang timbul dan kemungkinan solusinya dari ***Vehicle security system (Car Alarm, Central Lock, immo)***

1.5. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

- Menjelaskanfungsi, tujuan, carakerja, wiring, ***Dasar-dasarSistemKelistrikanOtomotif***
- Memelihara***SistemStandarKelistrikanOtomotif***
- Menjelaskan fungsi, tujuan, cara kerja, wiring, prosedur diagnosa ***vehicle security system (Car Alarm, Central Lock, immo)***
- Merawat, mendiagnosa, memperbaiki ***Vehicle Security System (Car Alarm, Central Lock, immo)***

1.6. Cek Kemampuan Awal

1. Sebutkan macam macam sistem kelistrikan standar yang ada pada kendaraan bermotor.
2. Apa yang dimaksud dengan sistem bodi standar pada kendaraan bermotor?
3. Apa yang dimaksud dengan sistem stater pada kendaraan bermotor?
4. Apa yang dimaksud dengan sistem pengapian pada kendaraan bermotor?
5. Apa yang dimaksud dengan sistem pengisian pada kendaraan bermotor?
6. Sebutkan fungsi sistem alarm pada kendaraan bermotor!
7. Jelaskan cara kerja secara singkat dari sistem immobiliser!

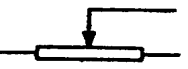
BAB II

PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF
KELAS XI SEMESTER 1
PERTEMUAN 2

DASAR DASAR RANGKAIAN KELISTRIKAN OTOMOTIF

2.2. Kegiatan Pembelajaran : Dasar Dasar Rangkaian kelistrikan otomotif

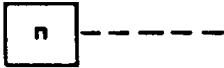
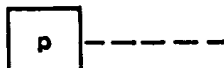
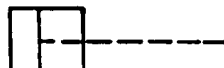
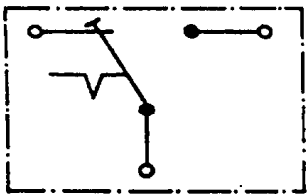
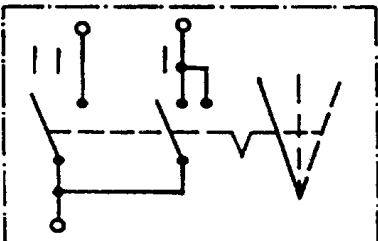
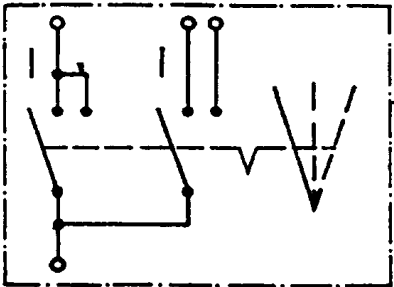
Amatilah Simbol Simbol Rangkaian Kelistrikan Otomotif di bawah ini dan diskusikan hasilnya

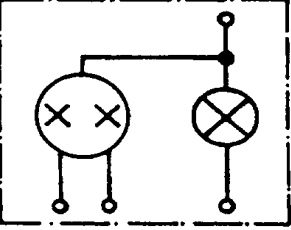
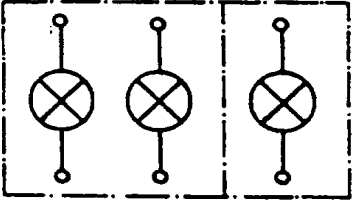
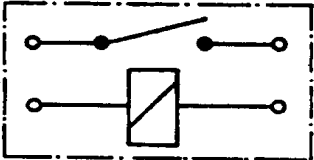
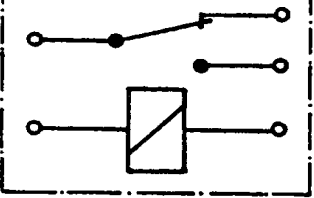
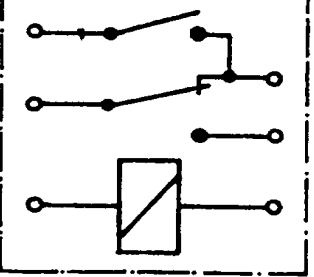
No	Simbol	Artinya
1		
2		
3		
4		
5	A	

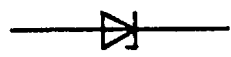
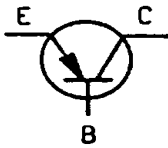
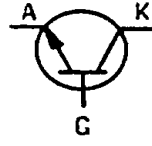
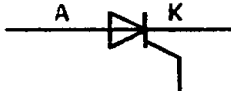
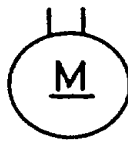
Gambar 2. 1. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 1

2.1.8. Tujuan Pembelajaran

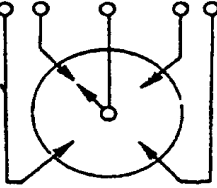
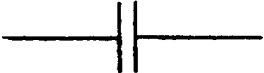
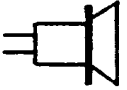
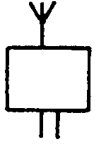
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif menurut fungsinya

2.1.9. Uraian Materi

Simbol Simbol dan Kode Terminal

Simbol simbol sistem rangkaian kelistrikan otomotif

No	Simbol	Artinya
1		Arus Searah
2		Arus Bolak Balik
3		Arah Arus Mendekati
4		Arah Arus Menjauhi
5		Batterai
6		Stecker
7		Massa (Ground)
8		Sikering
9		Tahanan Secara Umum
10		Tahanan Variabel
11		Alat Ukur

Gambar 2. 2. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 2

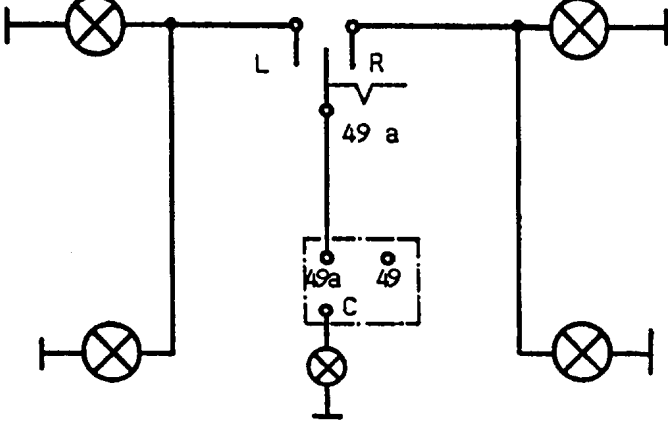
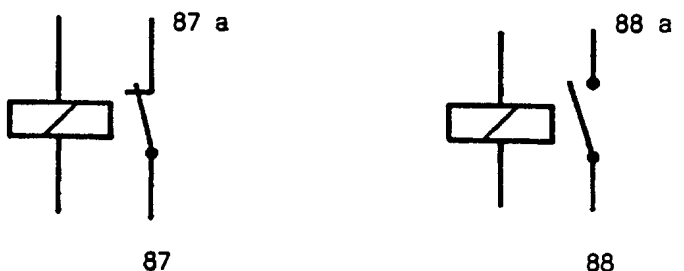
No	Simbol	Artinya
12	V	Voltmeter
13	A	Ampermeter
14	Ω	Ohmeter
15		Sakelar penghubung (tombol) (automatis kembali sendiri)
16		Sakelar penghubung
17		Sakelar pemutus
18		Lampu 1 filamen
19		Lampu 2 filamen

Gambar 2. 3. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 3

No	Simbol	Artinya
20		Sakelar pemindah
21	n	Putaran
22	p	Tekanan
23		Membran (diafragma)
24		Sakelar dim
25		Sakelar lampu kepala
26		Sakelar lampu kepala

Gambar 2. 4. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 4

No	Simbol	Artinya
27		Lampu kepala (jauh/dekat dan kota)
28		Lampu belakang, lampu kota, rem dan tanda belok
29		Relai penghubung
30		Relai pemindah 1 langkah
31		Schritt relais (Relai pemindah 2 langkah)

Gambar 2. 5. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 5

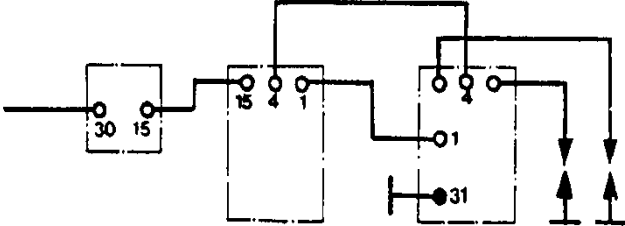
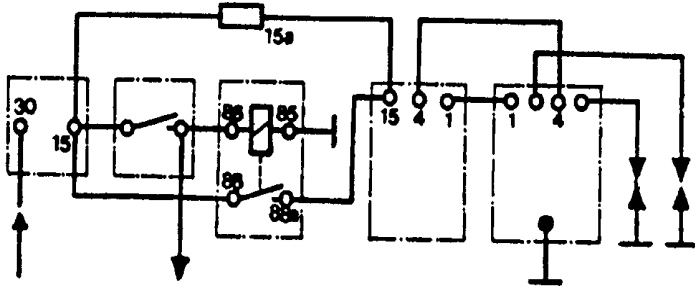
No	Simbol	Artinya
32		Diode
33		Diode LED
34		Diode Zener
35	E C B	Transistor PNP
36	A K G	Transistor NPN
37	A K	Thyristor A = Anoda B = Katoda G = Gate
38	M	Motor arus searah
39	G ~	Generator arus bolak-balik 1 fasa
40	G 3	Alternator

Gambar 2. 6. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 6

No	Simbol	Artinya
41		Distributor
42		Kondensator
43		Koil pengapian
44		Ventilator
45		Klakson
46		Pengeras suara (lautsprecher)
47		Mikrofon
48		Radio

Gambar 2. 7. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 7

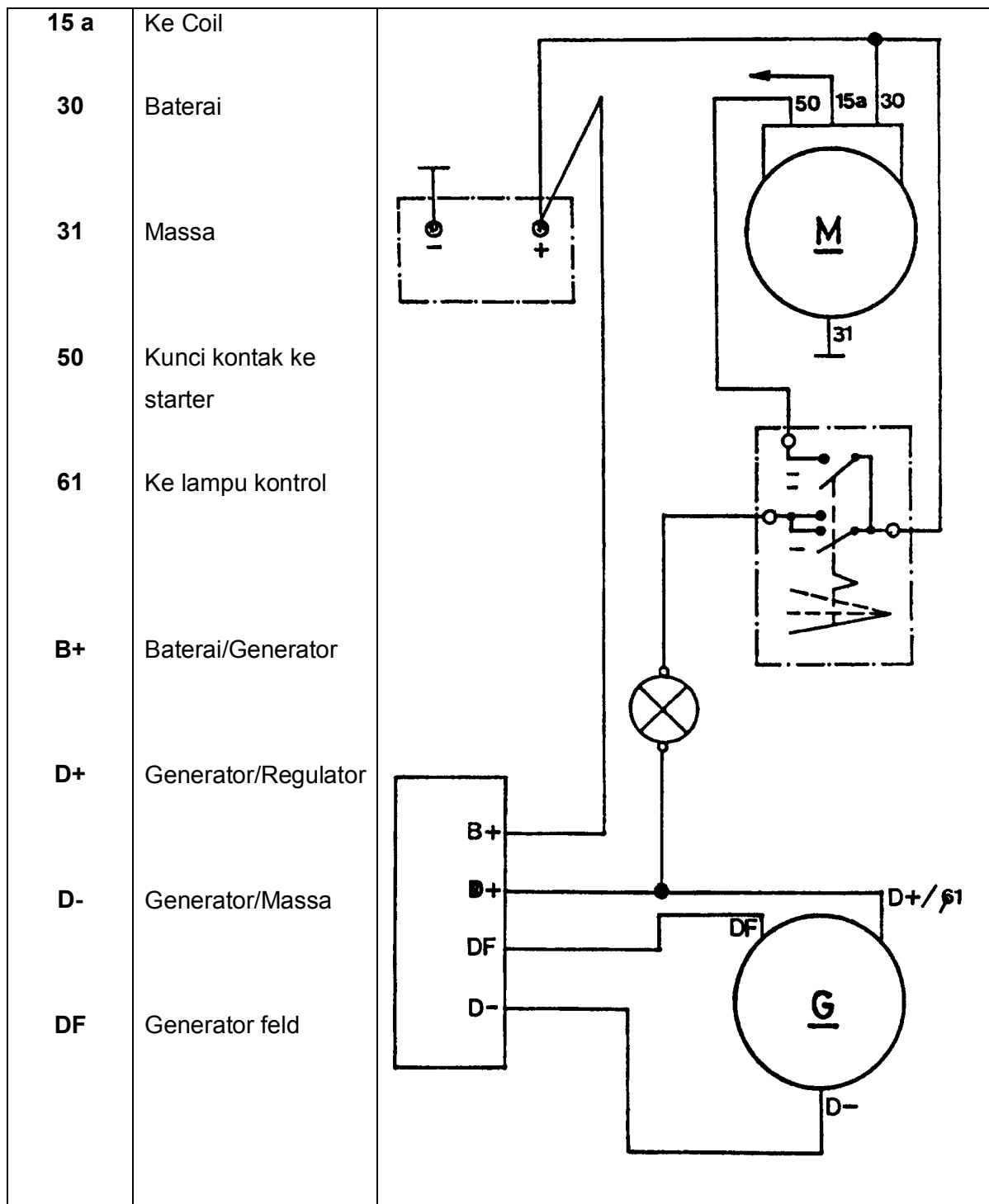
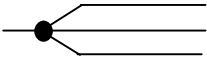
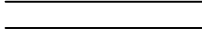
Kode kode terminal rangkaian listrik otomotif

Nomer Terminal	Artinya	Diagram Terminal
15	Kunci kontak	
30/B+	Baterai +	
31/B-	Baterai – (massa)	
31 b	Massa dengan sakelar	
54	Lampu rem	
55	Lampu kabut	
56	Sakelar lampu kepala	
56a	Lampu jauh	
56b	Lampu dekat	
58	L ampu kota	

Gambar 2. 8. Kode kode terminal rangkaian kelistrikan otomotif 1

Nomer Terminal	Artinya	Diagram Terminal
49.	Masuk flesher	
49a.	Keluar flesher	
C.	Lampu kontrol	
L.	Kiri	
85.	Keluar relai (arus pengendali)	
86.	Masuk relai (arus utama)	
87a.	Keluar relai pemutus (arus utama)	
88.	Masuk relai penghubung (arus utama)	
88a.	Keluar relai penghubung (arus utama)	

Gambar 2. 9. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 2

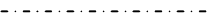
Nomer Terminal	**Artinya**	**Diagram Terminal**

15 a	Ke Coil
30	Baterai
31	Massa
50	Kunci kontak ke starter
61	Ke lampu kontrol
B+	Baterai/Generator
D+	Generator/Regulator
D-	Generator/Massa
DF	Generator feld

Gambar 2. 10. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 3

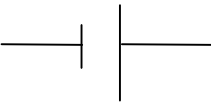
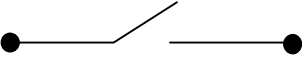
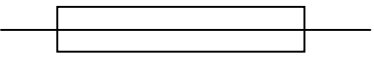
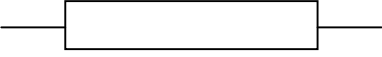
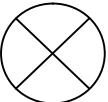
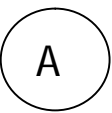
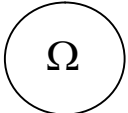
Nomer Terminal	Artinya	Diagram Terminal
1	Coil negatif ke kontak pemutus	
4	Arus tegangan tinggi/kumparan sekunderdari coil	
15	Kunci kontak/coil positif	
15 a	tahanan balas/starter	
30	Baterai	
31	Massa	
85	Arus pengendali ke luar relai	
86	Arus pengendali masuk relai	
88	Arus utama masuk	
88 a	Arus utama ke luar	

Gambar 2. 11. Simbol simbol rangkaian kelistrikan otomotif 4

Peraturan umum dalam gambar listrik

- Penghantar

Vertical	Horizontal	Rangkaian tertentu	Sejajar dan tebalnya sama

- Sambungan :

Tidak bisa dilepas	●		Penghantar silang yang saling berhubungan dan tidak bisa di lepas
Bisa dilepas	○		Penghantar silang yang saling berhubungan dan bisa di lepas
			Penghantar silang yang saling tidak berhubungan

- Garis

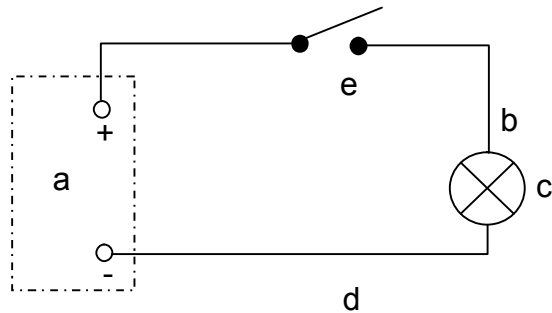
  Tebal garis gambar sangat tergantung pada besar arus dan lokasi (kegunaan)

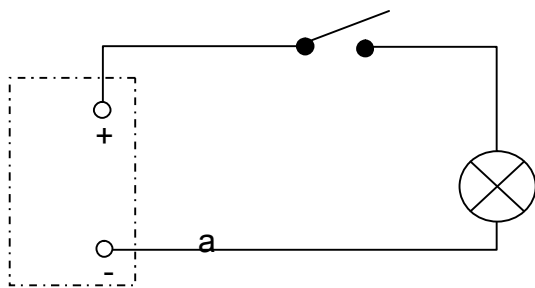
No	Jenis garis	Tebal	Penggunaan
1.	________________	0,3 – 0,5 mm	- Garis tepi suatu bagan - Penghantar
2.	- - - - - - - - - - - - - - - -	0,2 – 0,3 mm	- Garis kerja penghubung - Simbul sel-sel yang diapit oleh sel pertama dan terakhir suatu baterai
3.	-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-.-	0,2 – 0,3 mm	- Garis tepi suatu bagan

Dalam suatu gambar menggunakan garis yang sama bila berbeda maksimum hanya boleh dua macam tebal saja.

No.	Simbol	Arti simbol
1.		Baterai
2.		Sakelar
3.		Sekering
4.		Tahanan
5.		Lampu (Bola lampu)
6.	A	Ampere meter
7.	Ω	Ohm meter
8.		Massa

Gambar 2. 12. Simbol simbol baru

Rangkaian listrik secara sederhana :

Rangkaikan skema ini kemudian sebutkan nama-nama simbol dari rangkaian dasar ini :

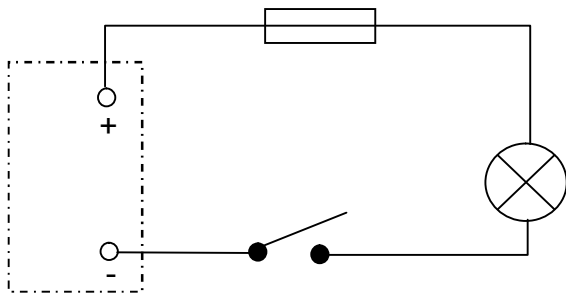
a. *Baterai*
b. *Penghantar masuk*
c. *Beban (lampu)*
d. *Penghantar kembali*
e. *Sakelar*

Rangkaikanlah skema ini. Pada mobil biasanya tidak ada *penghantar kembali* karena sudah diganti dengan massa (a)

Gambar 2. 13. Rangkaian Sederhana

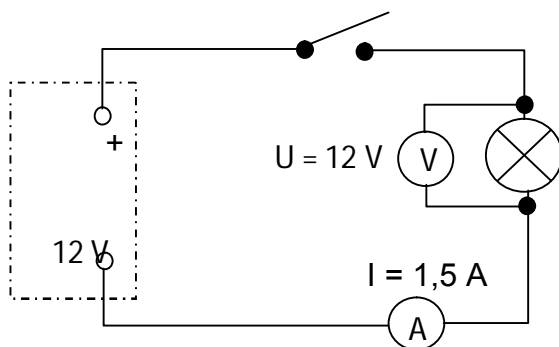
Rangkaian menggunakan sekering :

Rangkailah skema ini.

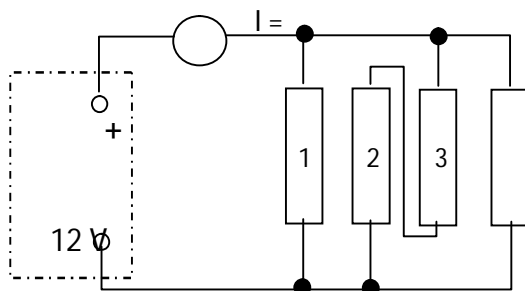
Apa tujuan dipasang sekering ?

- *Untuk mencegah hubungan singkat (sebagai pengaman)*
- *Untuk mengantisipasi adanya kenaikan tegangan yang terlalu tinggi. (jika menggunakan dinamo pengisian)*

Gambar 2. 14. Rangkaian kelistrikan dengan sekering

Rangkaian Amperemeter dan Voltmeter

1.

Skema ini merupakan rangkaian lampu yang diukur dengan Voltmeter dan

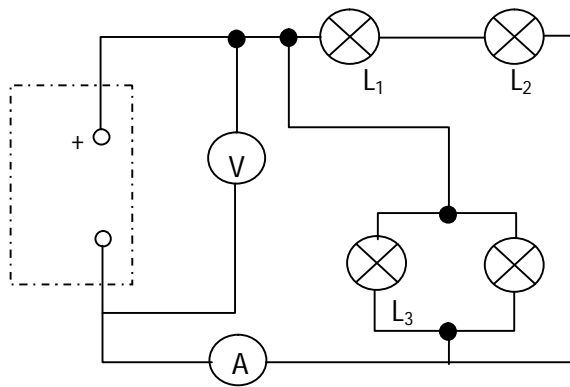
- Buatlah rangkaian dari skema ini.
- Berapa tegangan yang ditunjukkan voltmeter ?
- Bila lampu menggunakan daya 18 watt, berapa yang ditunjukkan?

2.

Rangkaikan tahanan-tahanan tersebut pada baterai agar aliran arus dan besar tegangan sesuai dengan yang dibutuhkan.

Berapa penunjukkan amperemeter ? bila

R1 = 3A, 4 R3 = 9V, 9

R2 = 1A, 3W R4 = 12V, 24W

3.

Buatlah rangkaian lampu ini yang memenuhi persyaratan.

L1 = 6V, 30W L3 = 24W, 1A

L2 = 90W, 5A L4 = 3 , 8A

Baterai diukur oleh Voltmeter dan Amperemeter.

Berapa Voltmeter menunjukkan ?

24 Volt

Dan berapa Amperemeter menunjukkan ?

14 Amper

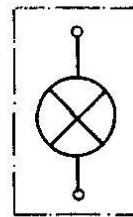
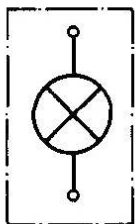
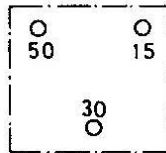
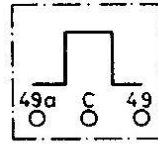
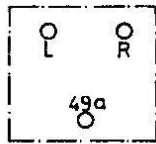
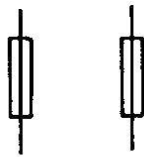
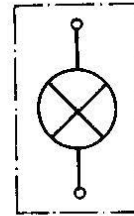
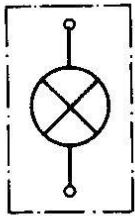
Gambar 2. 15. Rangkaian ampermeter dan voltmeter

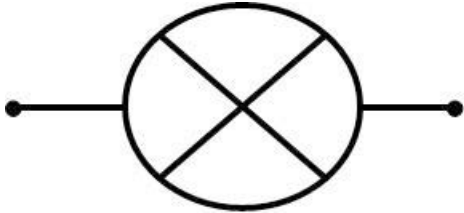
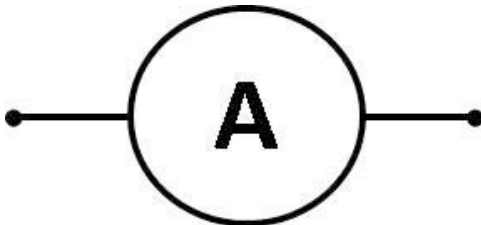
2.1.10. Rangkuman

Hal hal yang perlu diketahui dan diingat pada dasar dasar gambar rangkaian elektronika otomotif, yaitu:

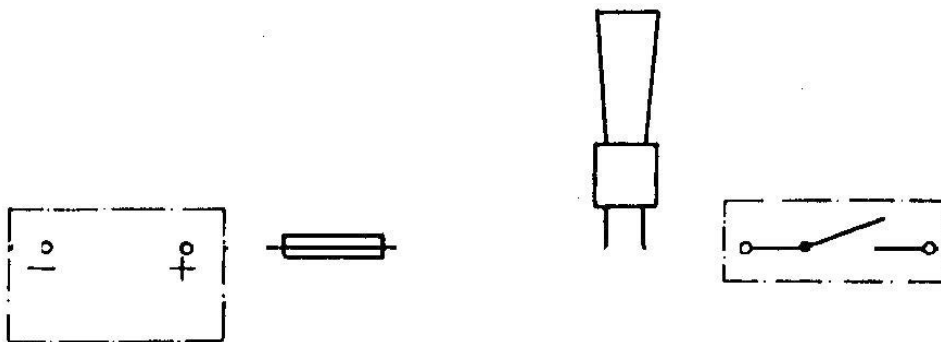
- **Simbol simbol ;** adalah sebuah gambaran atau simbol yang mewakili benda atau komponen pada rangkaian kelistrikan otomotif
- **Nomer Terminal ;** adalah penomeran terminal terminal sambunagn dari komponen komponen kelistrikan otomotif untuk memudahkan melakukan merangkai komponen komponen kelistrikan otomotif.
- **Rangkaian rangkaian sederhana ;** sebagai dasar pemahaman rangkaian listrik otomotif untuk dapat membantu memahami sebuah rangkaian listrik otomotif maupun membantu melakukan penggambaran rangkaian listrik otomotif

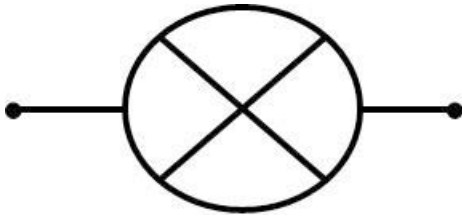
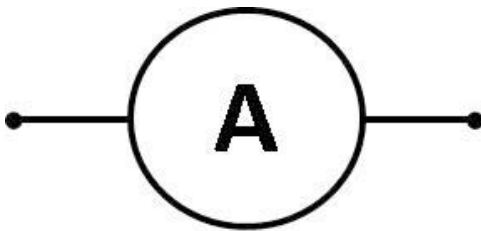
2.1.4.Tugas

Lengkapilah gambar rangkaian di bawah ini

2.1.5. Tes Formatif

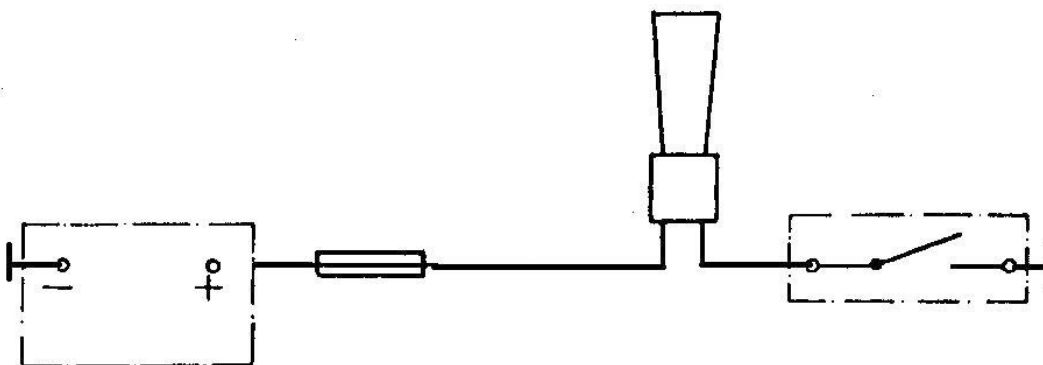
1. Gambar di bawah ini adalah simbol dari ....

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari ....

3. Angka **30** pada sebuah rangkaian listrik otomotif adalah menunjukan terminal ....

4. Angka **58** pada sebuah rangkaian listrik otomotif adalah menunjukan terminal ....

5. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan berikut ini !

2.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Gambar di bawah ini adalah simbol dari *Lampu 1 filamen*

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari *Amper-meter*

3. Angka **30** pada sebuah rangkaian listrik otomotif adalah menunjukan terminal *Positif Batterai*

4. Angka **58** pada sebuah rangkaian listrik otomotif adalah menunjukan terminal *Lampu Kota*

5. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan berikut ini !

2.1.7. Lembar kerja siswa

Amatilah 5 benda komponen kelistrikan otomotif dan temukan kode teminalnya !

No	Nama	Kode terminal	Symbol

BAB III

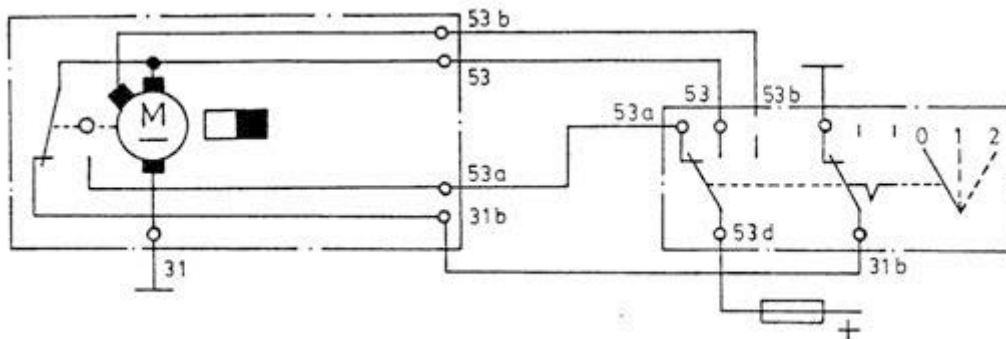
PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF

KELAS XI SEMESTER 1

PERTEMUAN 2 , 3 & 4

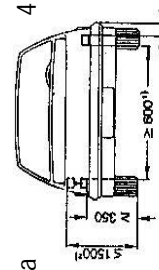
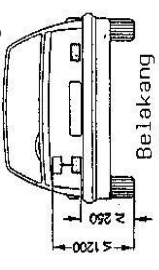
LISTRIK BODI OTOMOTIF

3.1. Kegiatan Pembelajaran : Listrik Bodi otomotif

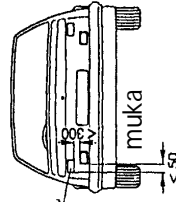
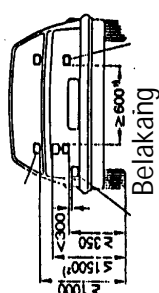
Amatilah Rangkaian Kelistrikan Otomotif di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 3. 1. Rangkaian wiper

3.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem listrk bodi otomotif serta menerangkan fungsi rangkaian listrik bodi otomotif

3.1.2. Uraian Materi

PERLENGKAPAN BODI STANDAR

<u>Pendahuluan</u>

Menurut fungsi sistem penerangan dapat dibagi menjadi 2 kegunaan utama yaitu :

a. Untuk melihat pengemudi
b. Yang terlihat orang lain
   - Yang terlihat pada siang hari
   - Yang terlihat pada malam hari

Untuk melihat (pengemudi)

No.	Nama lampu	Daya/warna	Posisi	Jumlah		Kegunaan
				Mak.	Min.	
1.	Lampu jauh	45/60 putih kuning	muka 4	2		Penerangan jalan
2.	Lampu dekat	40/55 putih kuning	muka 2	2		Penerangan kendaraan yang bersimpangan
3.	Lampu panel	1,2 / 2 / 3 putih	di dalam ruangan	-	-	Penerangan panel
4.	lampu mundur	23 putih	Belakang	2	1	Penerangan waktu mundur

No	Nama Lampu	Daya/Warna	Posisi	Jumlah Mak.	Jumlah Min.	Kegunaan
5.	Lampu blit	45 putih kuning	muka	2	0	Isyarat pengganti klakson
6.	Lampu tambahan	55 putih	muka	2	0	Menambah terang lampu jauh
7.	Lampu kabut	55 kuning putih	muka	2	0	Penerangan lampu waktu kabut
8.	Lampu ruangan	5/10 putih	dalam		0	Penerangan ruangan
9.	Lampu begasi	5/10 putih	dalam		0	Penerangan bagasi

Yang terlihat pada siang hari

No	Nama Lampu	Daya/Warna	Posisi	Jumlah Mak.	Jumlah Min.	Kegunaan
1.	Lampu tanda belok	23/ / orange	muka	1	1 1	Isyarat kendaraan akan Belok ke kanan/ke kiri
2.	Lampu hazard (bersa-ma lampu belok)	23 / orange	muka Belakang	2	0 0	Isyarat ada kendaraan yang rusak dan ditarik Isyaratada kendaraan Macet di atas jalan

3.	Lampu blit (bersama lampu jauh)	45/60 putih kuning	muka, bersama lampu jauh	2	0	Isyarat sebagai pengganti kalkson
4.	Lampu rem	21/23 merah		2	2	Memberi isyarat bahwa kendaraan diperlambat atau akan berhenti
5.	Lampu mundur	23 putih	Belakang	2	1	Memberi isyarat kendaraan akan mundur

Yang terlihat pada malam hari

No	Nama lampu	Daya/warna	Posisi	Jumlah Mak.	Jumlah Min	Kegunaan
1.	Lampu kota	5/8 putih orange merah	muka Belakang	2 2	2 2	Memberi tanda ada mobil Mengetahui lebar kendaraan
2.	Lampu blit	45/60 putih kuning	muka	2	2	Memberi isyarat Pengganti klakson

3.	Lampu posisi	58 kuning muda	muka tengah belakang	2 2 2	0 0 0	Mengetahui : lebar Panjang dan tinggi kendaraan
4.	Lampu nomor	putih	belakang	2	1	Penerangan plat nomor

Macam-macam Lampu Pijar

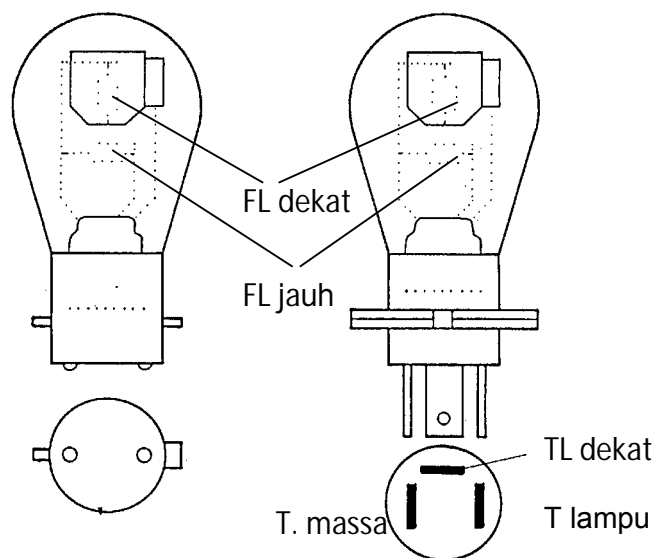
Terdiri dari :

- Lampu pijar biasa
- Lampu pijar halogen

Lampu biasa

Fungsi :

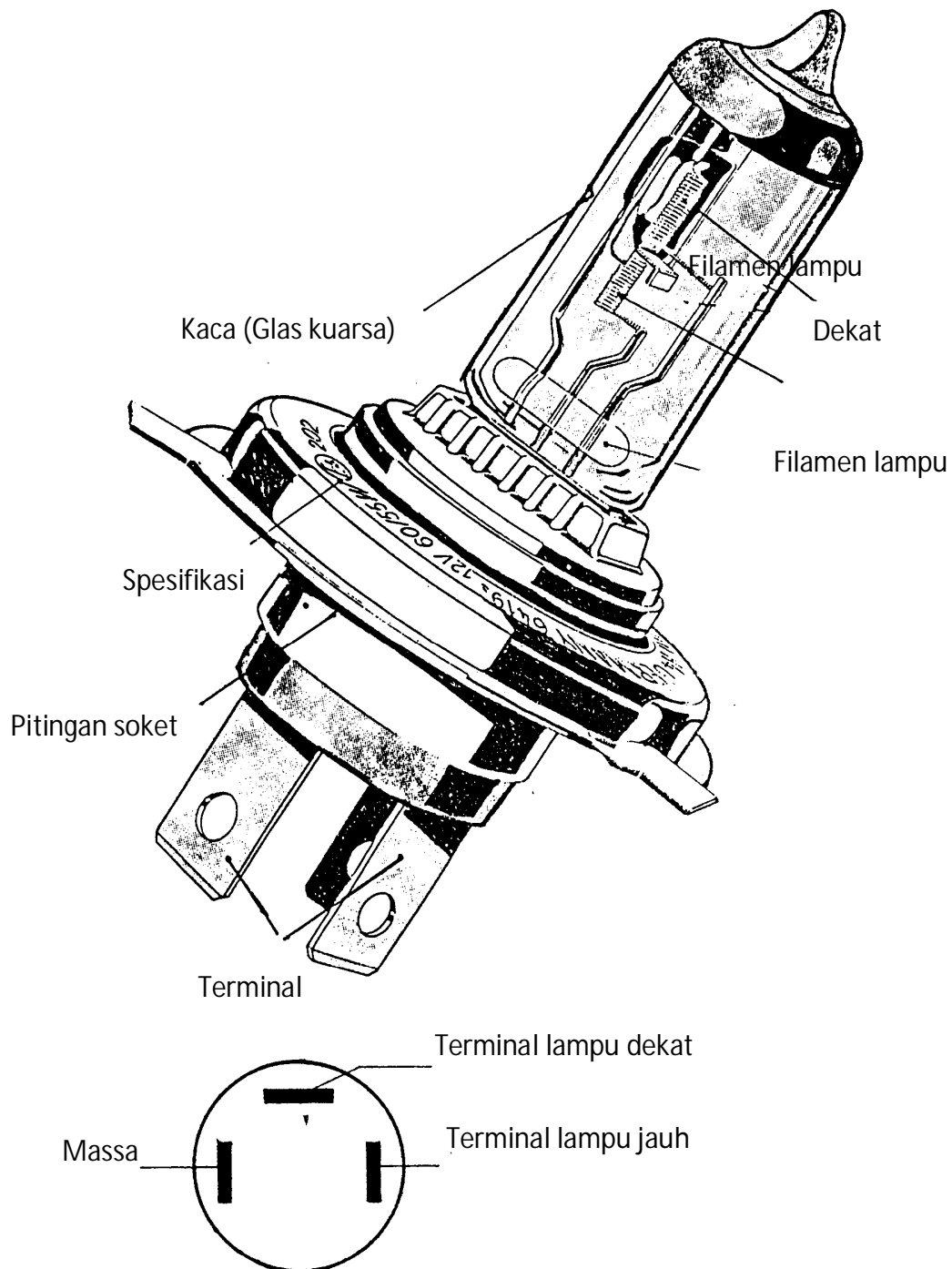
Apabila filamen menjadi panas walfram akan memijar dan mengeluarkan cahaya sekitar 10 – 18 lumen/watt. Supaya filamen tidak terbakar udara harus dikosongkan. Filamen disini tidak boleh terlalu panas karena walfram akan menguap dan menghitamkan gelas.

Konstruksi lampu kepala

Gambar 3. 2. Konstruksi lampu pijar

L. Kepala 2 filamen *simetris* | Lampu kepala 2 filamen *asimetris*

 Nok supaya *bola lampu dapat duduk dengan posisi yang betul*

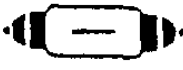
Lampu halogen

Konstruksi lampu H4

Gambar 3. 3. Konstruksi lampu halogen

Fungsi :

Lampu halogen menyala lebih terang dari pada lampu pijar biasa karena filamen lebih panas.

Akibat filamen yang lebih panas walfram akan menguap lebih cepat. Supaya uap walfram tidak berkondensasi di atas gelas, maka lampu harus diisi dengan gas halogen.

Gas halogen akan membantu supaya walfram bisa kembali sendiri ke filamen.

Spesifikasi :

a) Tekanan gas : 10 bar

- Ruang didalam lampu harus kecil
- Ruangan yang kecil tutup gelas menjadi lebih dekat dengan filamen, akibatnya gelas juga lebih panas

b) Tutup gelas lampu : Karena gelas juga akan menjadi lebih panas maka gelas dibuat dari pasir kuarsa yang tahan terhadap temperatur tinggi

c) Gas halogen : Terbuat dari Natrium Bromida

No.	N a m a	Tegangan	Daya	Gambar
1.	Lampu silindris bayonet	*	4 W	
2.	Lampu tusuk	*	5/3 W	
3.	Lampu bola bayonet	*	10/5 W	
4.	Lampu sofite	*	21/5 W	
5.	Lampu rem 1 filamen	*	23 W	
6.	Lampu rem/kota 2 filamen	*	21/5 W	
7.	Lampu kepala bayonet (sepeda motor)	6, 12V	25/25 W 35/35 W	
8.	Lampu kepala asimertis	*	45/40 W	
9.	Lampu H1	*	55 W	
10	Lampu H3	*	55 W	
11.	Lampu H4	12, 24V	60/65 W	

Bisa menggunakan tegangan 6, 12, 24 V

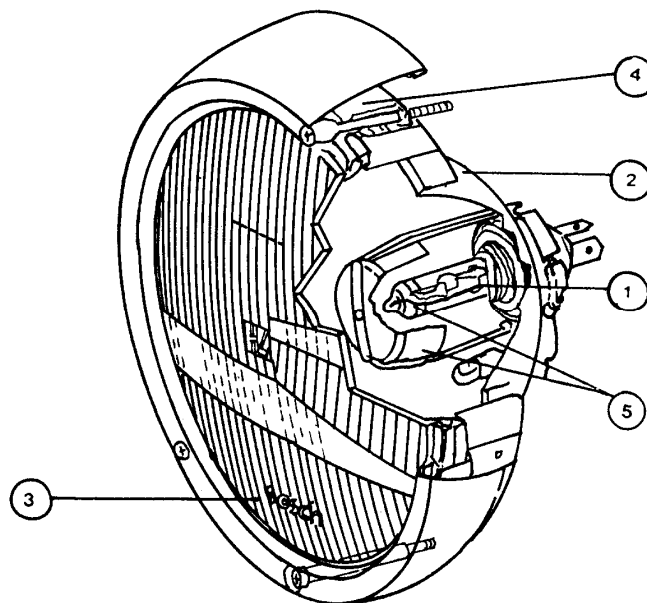
Lampu Kepala

Fungsi : lampu kepala untuk membungkus berkas cahaya untuk memberikan kuat penerangan kuat penerangan yang cukup pada arah yang kita inginkan.

Lampu kepala pada dasarnya bisa dibagi menjadi 2 :

- Lampu kepala pijar
- Lampu kepala dengan sealed beam

1. Lampu kepala dengan lampu pijar

Konstruksi

Keterangan

1 = Lampu pijar

2 = Reflektor

3 = Kaca bias

4 = Pemegang lampu kepala

5 = Tutup lampu pijar

Gambar 3. 4. Konstruksi lampu kepala

Reflektor :

reflektor merupakan cermin cekung yang berbentuk parabola fungsinya untuk memantulkan sinar lampu pijar, supaya sifat refleksi cukup baik maka permukaan reflektor dilapisi dengan alumunium. hal ini dilakukan dengan menguapkan pada bidang parabola.

Titik api :

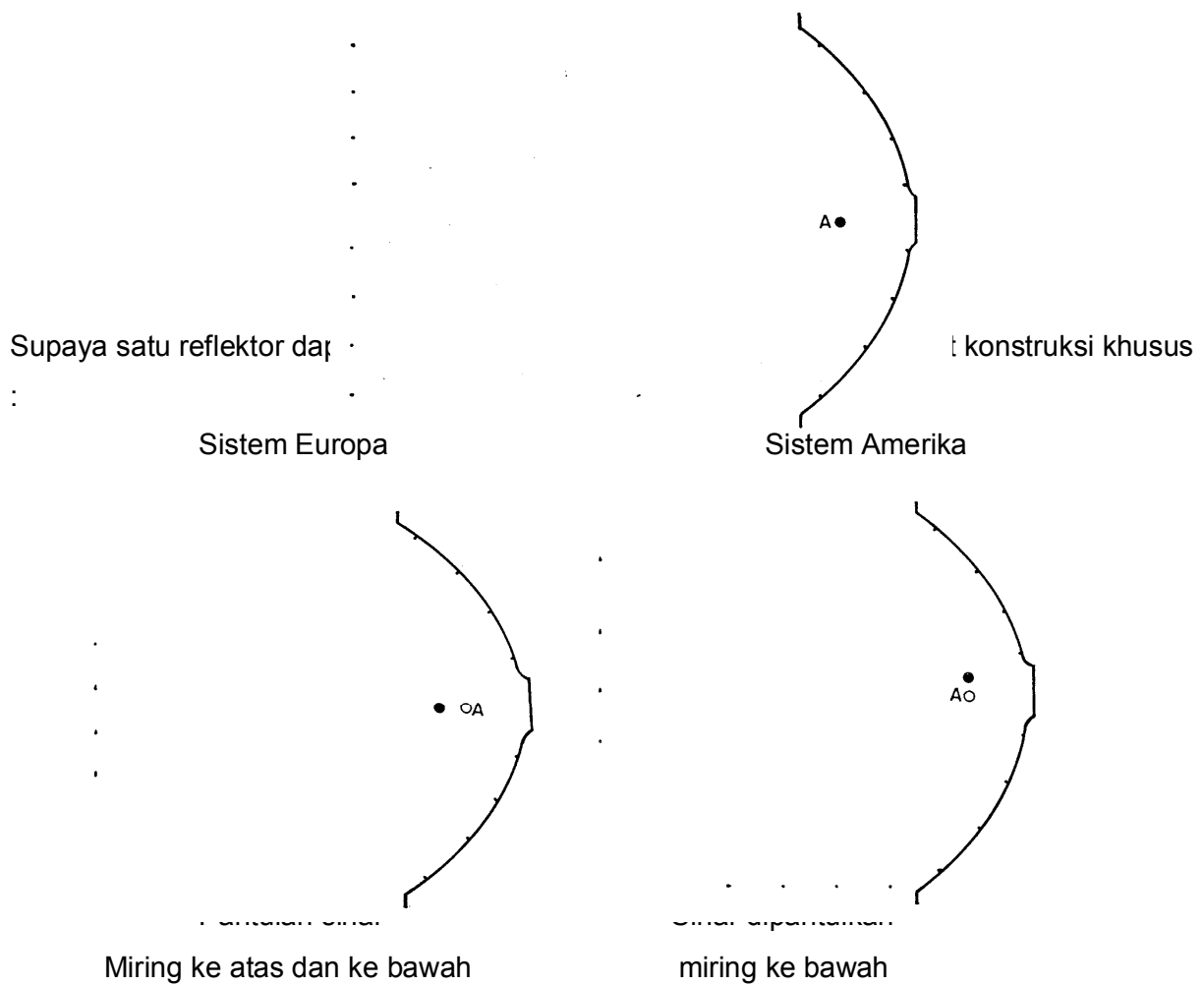
Apabila sinar datang dari titik api maka sinar akan dipantulkan *sejajar* sumbu utama reflektor

Supaya satu reflektor da ... konstruksi khusus :

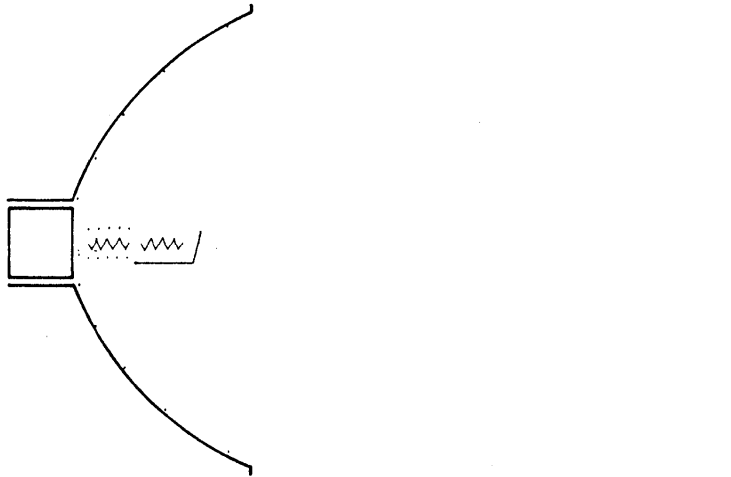
Sistem Europa

Sistem Amerika

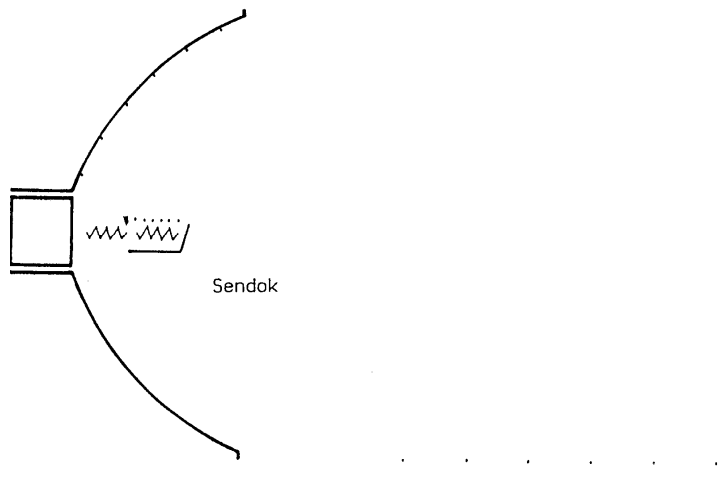
Miring ke atas dan ke bawah

miring ke bawah

Gambar 3. 5. Reflektor dan titik api

Lampu jauh :

Dengan berpedoman pada sifat reflektor maka filamen lampu jauh diletakkan pada titik api supaya cahaya yang dipantulkan dapat dipantulkan sejajar

Gambar 3. 6. Bias lampu jauh

Lampu dekat :

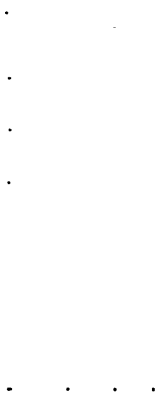
Filamen lampu dekat terletak di depan titik api, supaya hasil pantulan bisa sempurna ke bawah, maka bagian bawah dan depan filamen ditutup dengan *sendok*

Gambar 3. 7. Bias lampu dekat

2. Sealed beam :

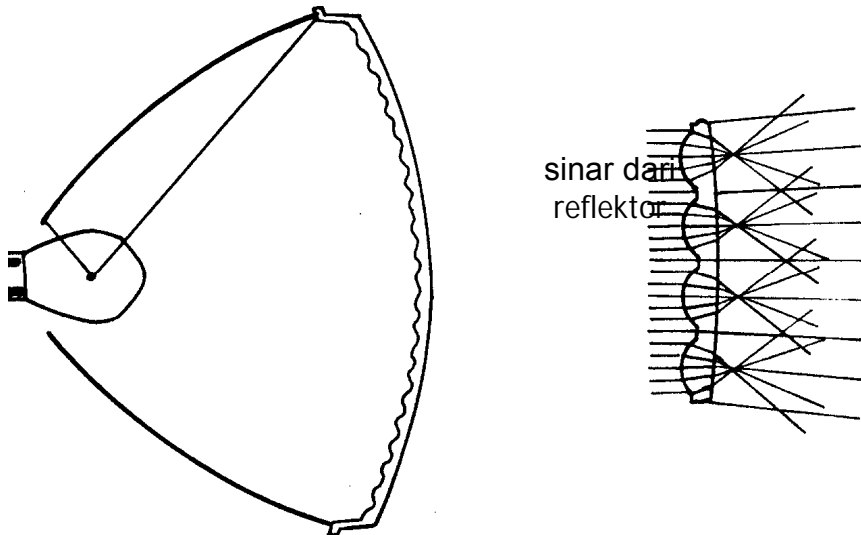
Suatu lampu kepala yang menggunakan filamen reflektor dan kaca bias dirakit menjadi satu tidak bisa dibuka-buka. Kalau satu filamen rusak semua unit perlu diganti.

Kaca bias di sini berfungsi untuk melindungi filamen dan penyebar cahaya

Konstruksi :

Lampu jauh

Kaca bias

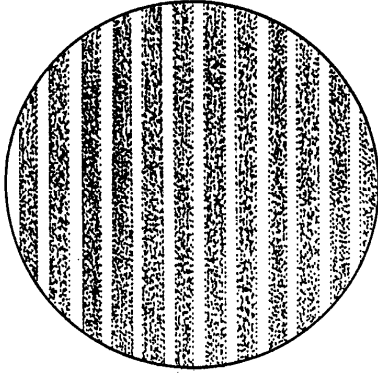
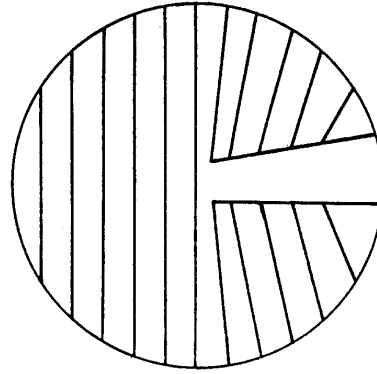
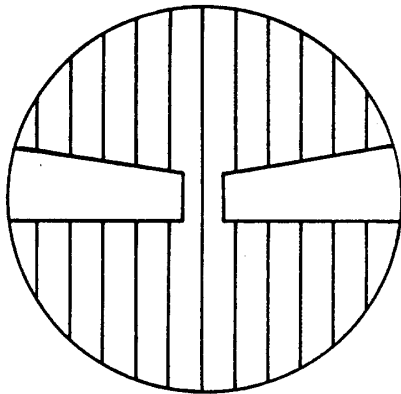
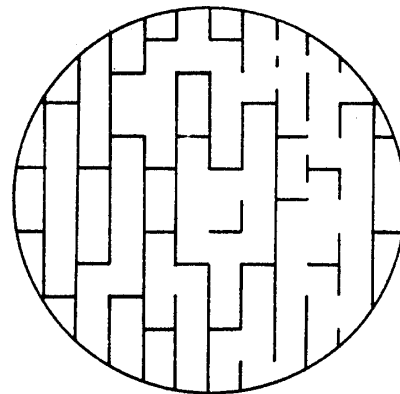
Pada kenyataannya reflektor parabola itu ditengah-tengah memberikan penyinaran yang terkuat, sehingga akan terjadi suatu bercak cahaya diatas jalan.

Untuk menghindari itu dipasang kaca bias

Gambar 3. 9. Kaca bias

Fungsi :

Dengan adanya kaca bias, maka cahaya yang datang akan dibagi-bagi menjadi beberapa fokus baru, yang menyebarkan sinar supaya penerangan di atas jalan lebih sempurna.

Kaca pembias cahaya ini memungkinkan secara langsung penerangan yang lebih baik di depan kendaraan dan pinggir jalan, kaca ini juga membantu pengaturan cahaya lampu dekat dan jauh.

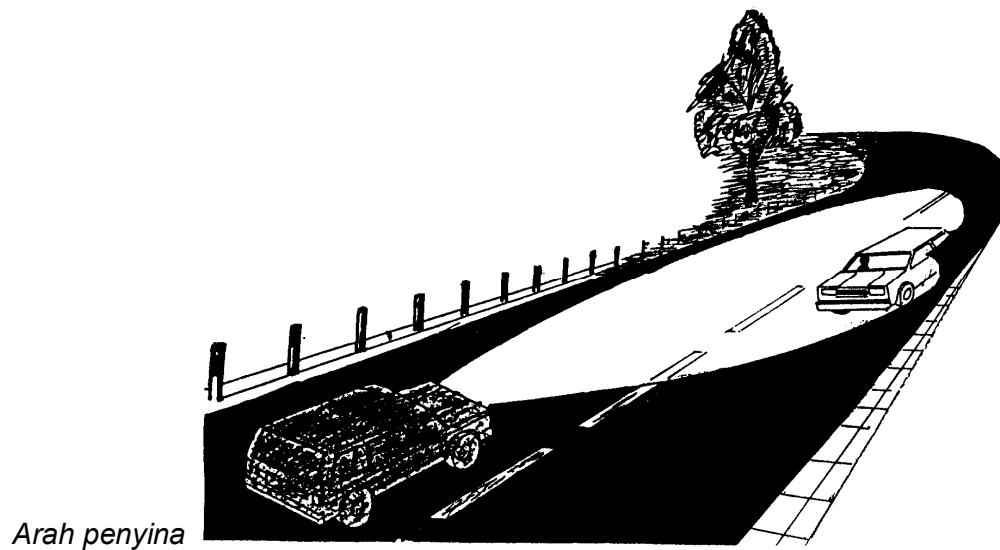
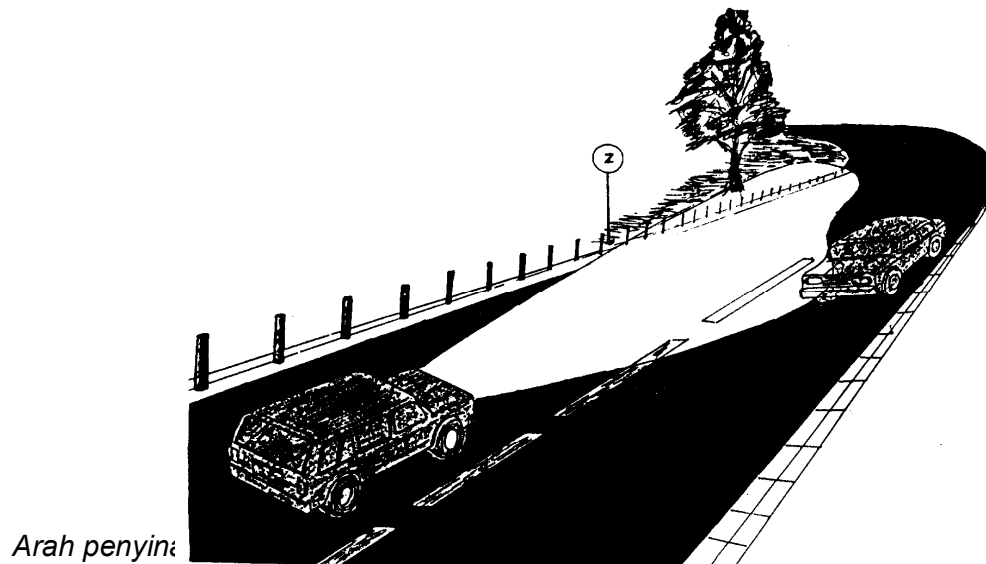
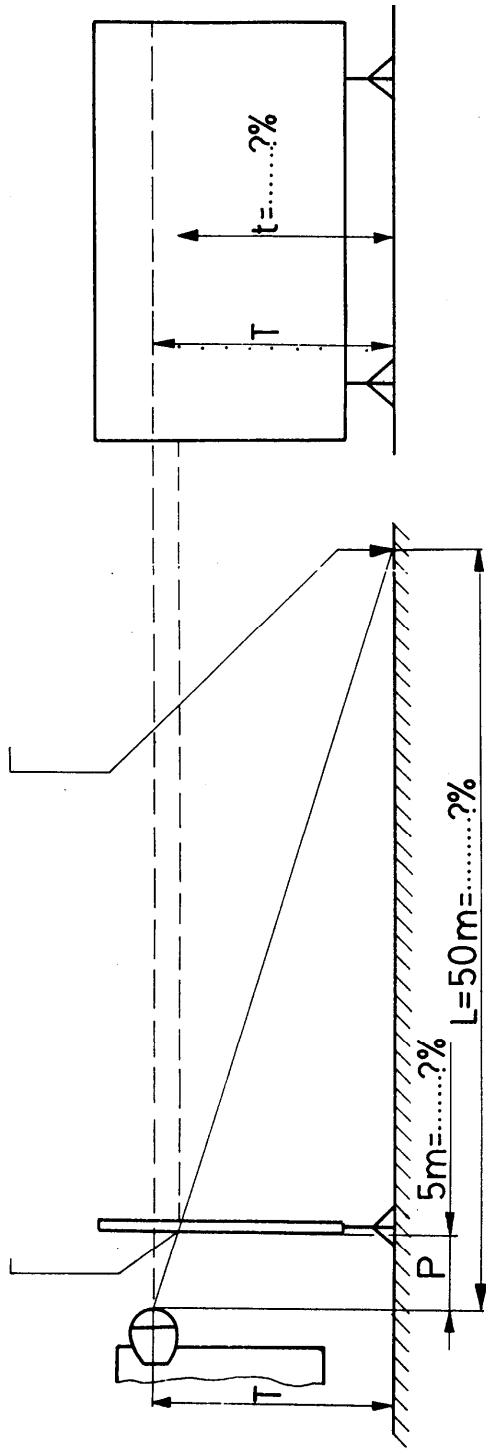
Macam-macam kaca bias

L. Simetris

Asimetris Eropa
(jalan kanan)

Asimetris Eropa
(jalan kanan dan kiri)

Simetris (Amerika)
(Sealed beam)

Gambar 3. 10. Macam macam kaca bias

Aturan Sinar Lampu Kepala

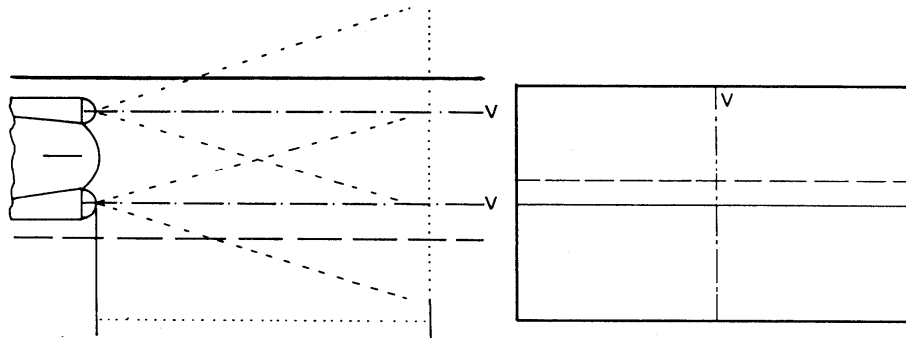
Lampu kepala perlu distel supaya sinar lampu kepala tidak menggganggu pengemudi lawan arah

Arah penyin

Arah penyina

Gambar 3. 11. Sinar lampu kepala

Keterangan :
P = Jarak papan penyetel dengan lampu
L = Jarak proyeksi sinar pada jalan
T = Tinggi filamen lampu sampai tanah
t = Tinggi tali horisontal

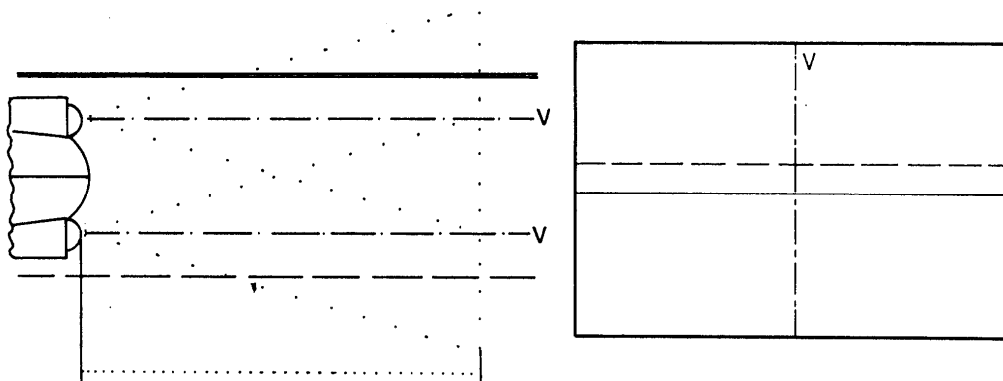
Jenis mobil / lampu	t	Sistem Europa		Sistem Amerika	
		P	L	P	L
Sedan dan sepeda motor tanpa beban	t - 10%	5 m	50m	7,5m	75m
Bis dan truck kosong	t - 10%	3 m	30m	5m	50m
Bis dan truck beban penuh	t - 10%	5 m	50m	7,5m	75m
Lampu jauh sendiri	t - 5 %	7,5	150		
Lampu kabut	t - 10%	5	50		

Proyeksi sinar pada jalan raya dan papan penyetel

Lampu kabut

Gambar 3. 13. Proyeksi lampu kabut

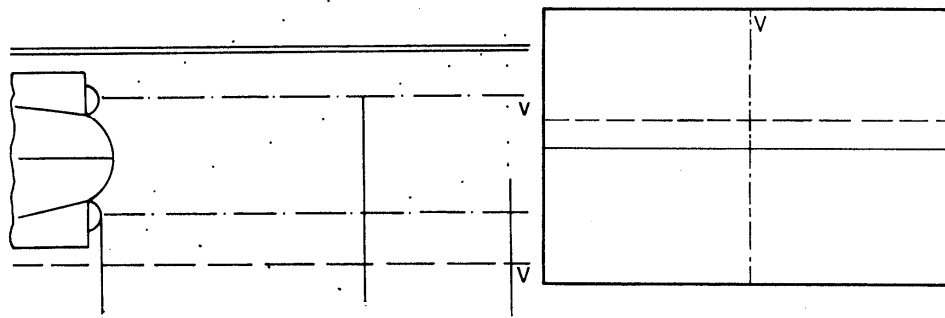
Supaya sistem ini berfungsi dengan baik, lampu harus dipasang serendah mungkin.

Proyeksi sinar lampu pada papan penyetel berbentuk empat persegi panjang

Lampu dekat simetris

Gambar 3. 14. Proyeksi lampu dekat simetris

Kerugiannya :

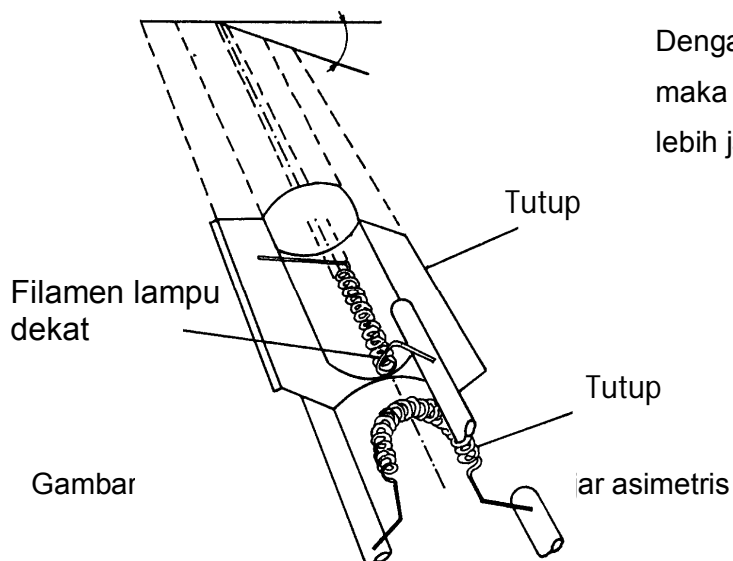
- Pengemudi (sopir) melihat terlambat orang-orang atau sepeda yang berjalan di sebelah kiri.
- Sistem ini hanya ada pada mobil tua atau sepeda motor.
- Penyetelan kiri/kanan dilaksanakan dengan lampu jauh

Proyeksi sinar lampu dekat asimetris Europa

Gambar 3. 15. Proyeksi lampu dekat asimetris eropa

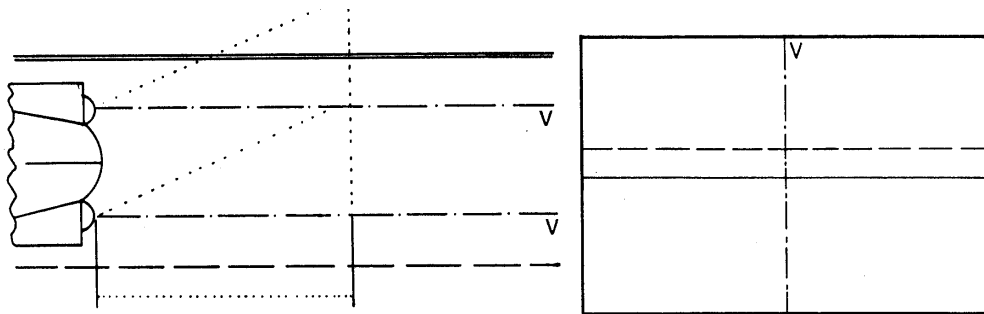
Keuntungan :

- Sopir (pengemudi) akan melihat orang-orang atau sepeda yang jalan di sebelah kiri lebih awal tanpa mengganggu mobil yang bersimpangan

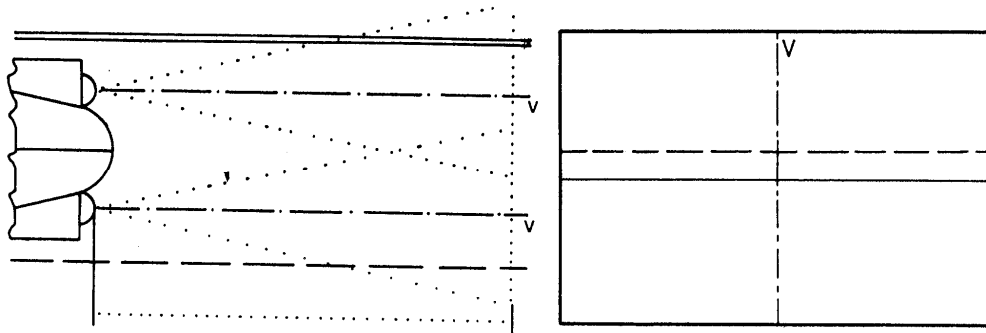
Konstruksi sendok (tundung) lampu pijar asimetris

Untuk membentuk proyeksi sinar tersebut dibuat konstruksi sendok khusus

Dengan membentuk sudut 15° pada sendok maka akan dicapai suatu penerangan yang lebih jauh dibagian tepi jalur jalan bagian kiri

Gambar ... ar asimetris

Proyeksi sinar lampu dekat asimetris Amerika

Gambar 3. 17. Proyeksi lampu dekat asimetris amerika

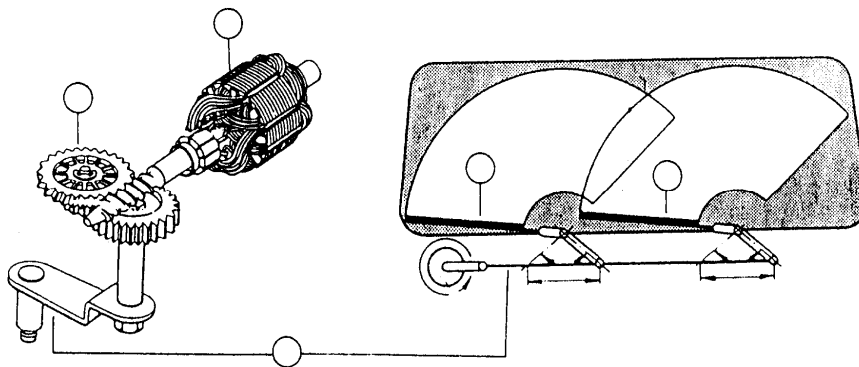
- Sistem ini digunakan pada mobil Amerika dan Jepang
- Lampu kanan perlu distel sedikit lebih ke kiri dari pada tali vertikal kanan
- Sekarang sistem ini sudah jarang digunakan lagi

Proyeksi sinar lampu jauh sendiri

Gambar 3. 18. Proyeksi lampu jauh sendiri

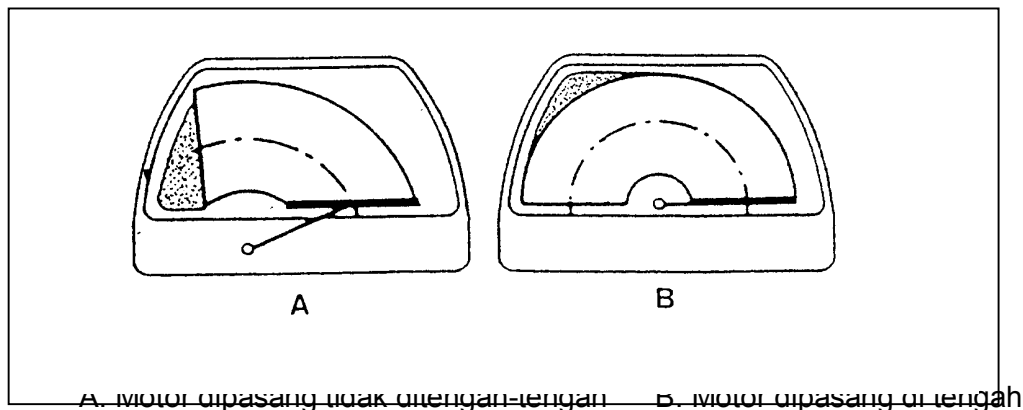
Penghapus / Pembersih Kaca

Fungsinya untuk : membersihkan kaca mobil dari air dan kotoran yang menempel pada kaca depan, belakang atau kaca lampu kepala.

Konstruksi umum

- Penghapus kaca depan terdiri dari sebuah motor listrik DC (1) dengan gerakkan berputar, roda gigi transmisi (2), mekanisme penggerak (3) dan lengan penghapus kaca (4).

Gambar 3. 19. Konstruksi penghapus kaca

- Penghapus laca belakang dan lampu kepala, gerakkan motor dibuat berayun (seperti bandul), sehingga gerakkan motor dapat diberikan langsung pada bagian lengan penghapus kaca, tanpa mekanisme penggerak lainnya.

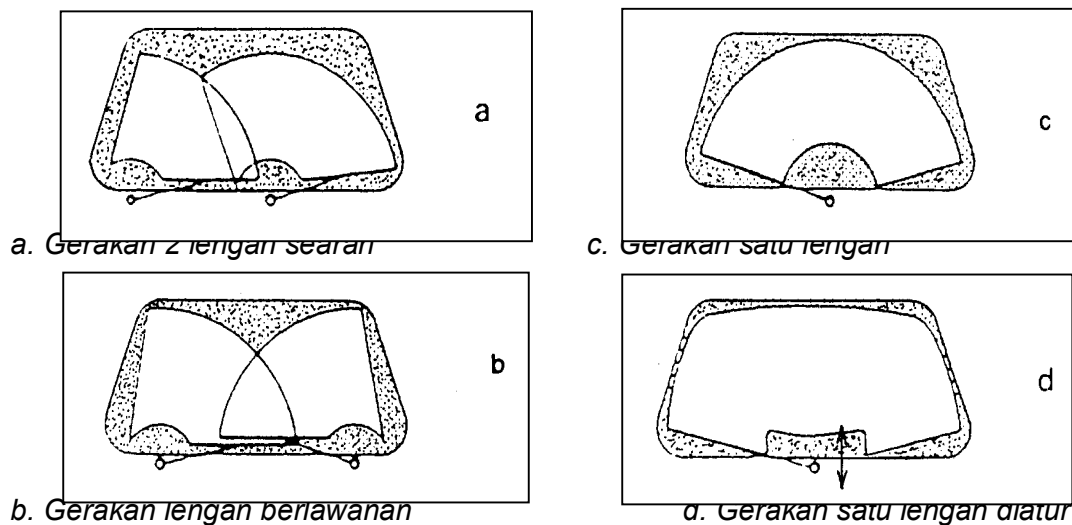
A. Motor dipasang tidak ditengah-tengah B. Motor dipasang di tengah

Gambar 3. 20. Posisi pemasangan motor penghapus kaca

Macam-macam gerakan lengan penghapus kaca depan

a. Gerakan 2 lengan searah

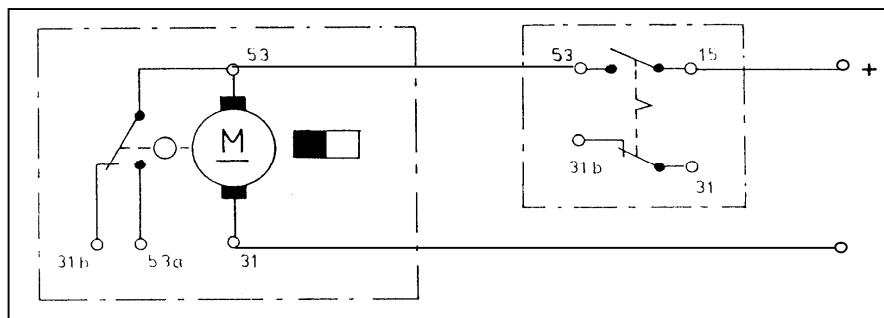
c. Gerakan satu lengan

b. Gerakan lengan berlawanan

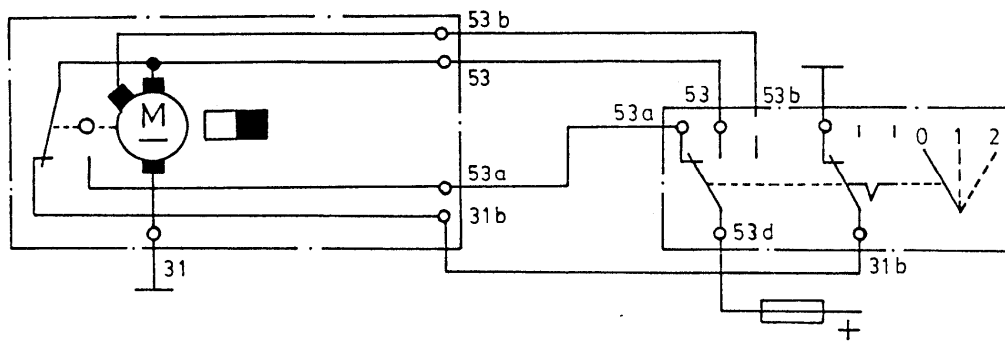
d. Gerakan satu lengan diatur

Gambar 3. 21. Macam macam konstruksi lengan penghapus kaca

Dari gambar dapat dilihat gambar d adalah gerakan lengan penghapus yang terbaik, karena hampir mengenai keseluruhan permukaan kaca

Rangkaian listrik

- Motor listrik DC
  1. Dengan magnet permanen
     - Satu kecepatan dan sakelar pemberhentian terakhir

Gambar 3. 22. Wiper 1 kecepatan

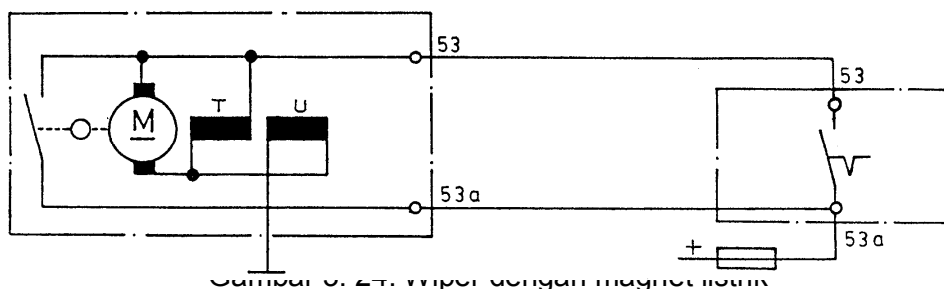
- Pada rangkaian ini ada satu kecepatan saja pada motor, bila sakelar dihubungkan, arus listrik mengalir dari terminal 15 ---- 63 sikat dan massa (31)
- Sakelar dimatikan, arus pada terminal 53 a akan diputuskan oleh nok melalui sakelar pemberhentian.

Dua kecepatan (dengan tiga sikat)

Kecepatan 1, putaran motor lambat, momen puntir besar

Aliran arus dari terminal *15* ----- *53d* ----- *53* ----- *sikat* (posisi lurus) dan massa *31*

Kecepatan 2, putaran motor cepat, momen puntir lebih kecil

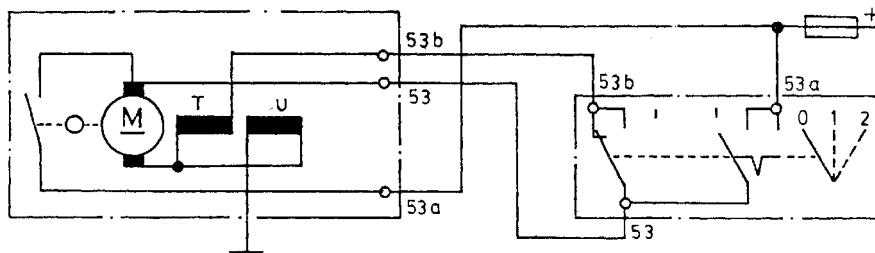
Aliran arus dari terminal *15* ----- *53d* ----- *53b* ----- *sikat* (posisi miring) ----- massa

Kerja sakelar pemberhenti sama pada semua rangkaian

2. Dengan magnet listrik

Gulungan T (yang paralel dengan jangkar), berfungsi untuk membuat putaran motor tetap.

Catatan : T = Gulungan medan penolong, untuk memperlambat putaran motor dan mencegah putaran motor yang makin lama berputar cepat.

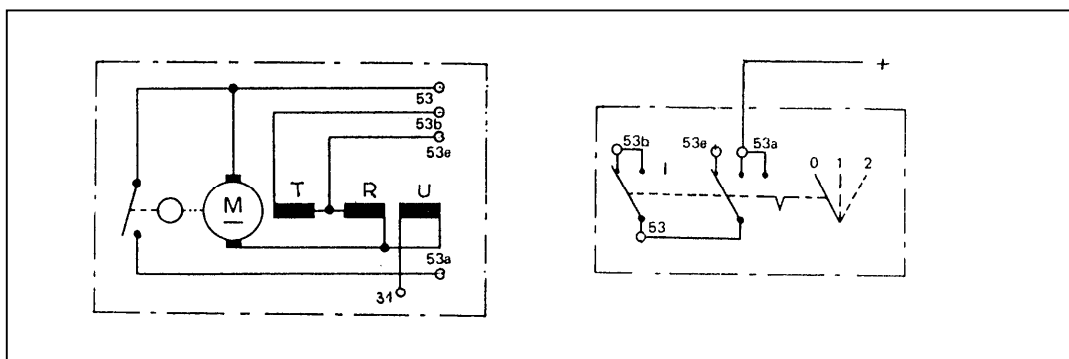
U = Gulungan utama (dihubungkan seri dengan jangkar)

Dua kecepatan

Gambar 3. 25. Wiper 2 kecepatan dengan magnet listrik

Kecepatan 1. Putaran motor lambat

Arus listrik mengalir ke terminal 53b, gulungan T dan U massa, serta dari terminal 53 ke gulungan jangkar motor gulungan U ----- massa

Gulungan T akan memperlambat putaran motor

Kecepatan 2. Gulungan jangkar dialiri arus secara seri dengan gulungan U (putaran motor cepat)

Gambar 3. 26. Wiper dengan gulungan T

- Dua kecepatan dan rem listrik

  Sistem penghapus kaca dengan kelembaban massa yang besar, memakai gulungan rem (R)

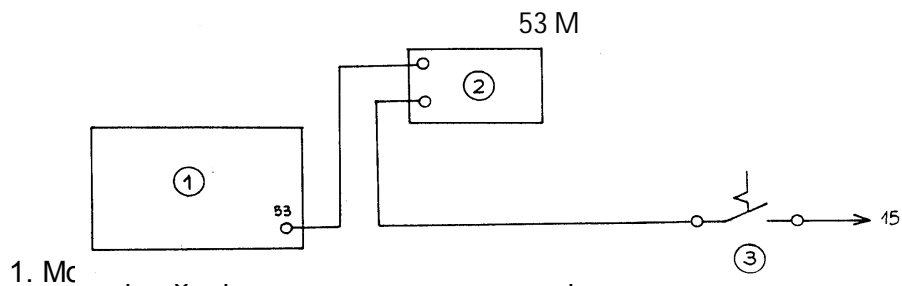
  Kecepatan 1 dan 2 sama seperti rangkaian sebelumnya

  Catatan : R = Gulungan medan pengerem putaran motor skibat kelembaban massa yang besar.

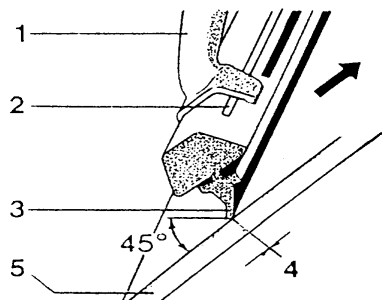
- Pengatur waktu (interval)

  Sakelar interval dipakai bila ada hujan gerimis kecil-kecil dan kita tidak memerlukan penghapus kaca yang bergerak terus menerus.

  Semua sistem penghapus kaca yang memakai sakelar pemberhentian terakhir bisa dilengkapi dengan interval.

  Untuk itu kita memasang sebuah relai impuls pada rangkaian penghapus kaca, agar penghapus kaca dapat bergerak secara periodik dengan selang waktu kira-kira 5 detik.

Gambar 3. 27. Sistem interval

Relai impuls yang memberikan arus listrik secara periodik ke terminal 53, ada yang elektronika ada juga dengan bimetal seperti pada pengedip (flasher)

Lengan penghapus kaca

1. Lengan penekan
2. Plat alur penahan
3. Bibir
4. Tepi pembersih
5. Kaca

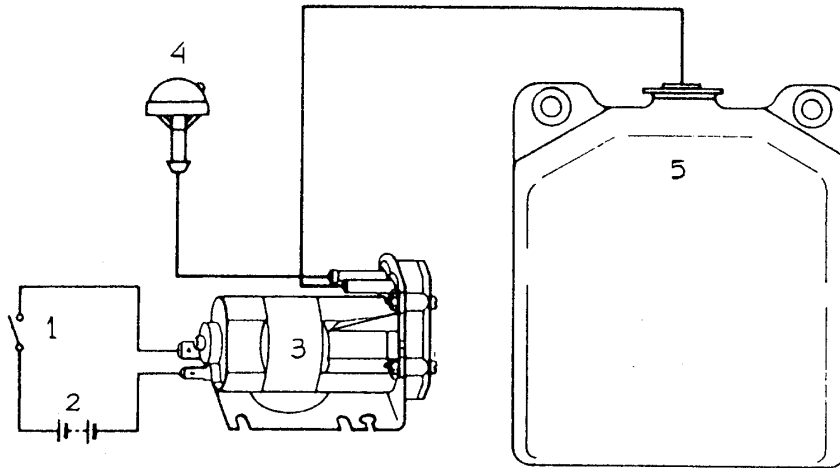
Gambar 3. 28. Konstruksi lengan penghapus

Bagian pembersih yang terdiri dari : tepi & bibir pembersih terbuat dari karet dan ditahan oleh plat alur penahan agar karet tetap pada posisi lurus pada saat lengan penekan bergerak.

Lengan penekan dikonstruksikan bertingkat agar tepi pembersih dapat selalu duduk dengan rapat sesuai dengan lengkungan kaca.

Sisem air pembersih

Ada 2 macam sistem :

- Dengan pompa mekanik (sudah jarang dipakai)
- Dengan pompa listrik

1. Saklar sistem air pembersih
2. Baterai
3. Pompa
4. Penyemprot
5. Tangki air

Gambar 3. 29. Sistem whasser

Posisi penyemprot dapat diatur/distel agar penyemprotan tepat pada bagian kaca yang akan dibersihkan.

Adakalanya kotoran yang menempel pada kaca sangat sukar dibersihkan hanya dengan air pembersih biasa, oleh karena itu air pembersih perlu ditambahkan dengan cairan pembersih khusus.

Sistem Lampu Tanda Belok

Lampu tanda belok berfungsi untuk :

- Memberi tanda pada orang/pengendara lain, bahwa kendaraan kita akan membelok
- Memberi tanda pada pengendara lain, bahwa kita akan merobah posisi pada jalur yang berbeda
- Memberi tanda berhenti sementara pada salah satu sisi jalan

Lampu tanda belok harus berkedip, lamanya kedipan lampu ini adalah 60-90 kedipan permenit, sedangkan lamanya lampu menyala dan mati adalah kira-kira sama.

Agar lampu dapat mengedip seperti ketentuan diatas, maka pada sistem lampu tanda belok diperlukan suatu alat yang dinamakan PENGEDIP (Flesher)

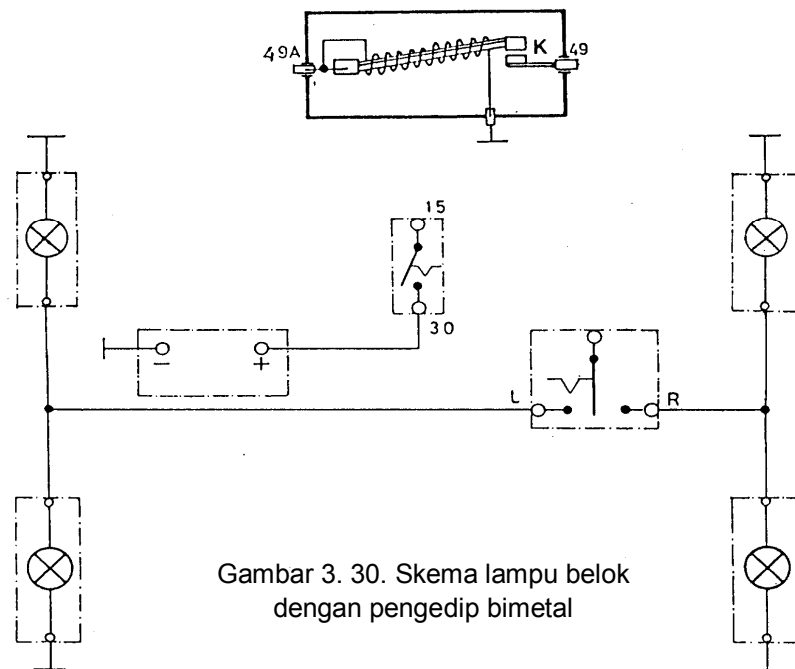
Macam-macam pengedip

- Model bimetal
- Model kawat panas
- Kondensator
- Transistor
- Sirkuit integritas

Setiap pengedip mempunyai 2 atau 3 terminal penghubung kabel-kabel rangkaian, dengan kode-kode seperti dibawah ini

- Terminal 49 A; L = Ke saklar lampu tanda belok
- Terminal 49; B; X = Ke kunci kontak (terminal 15)
- Terminal 31 = Ke massa
- Terminal C = Ke lampu kontrol

Terminal 31 dan C adakalanya tidak terdapat pada pengedip, karena terminal 31 langsung berhubungan dengan badan / bodi pengedip, dan terminal C diambil langsung secara paralel dengan lampu-lampu tanda belok.

Pengedip Model Bimental

Gambar 3. 30. Skema lampu belok
dengan pengedip bimetal

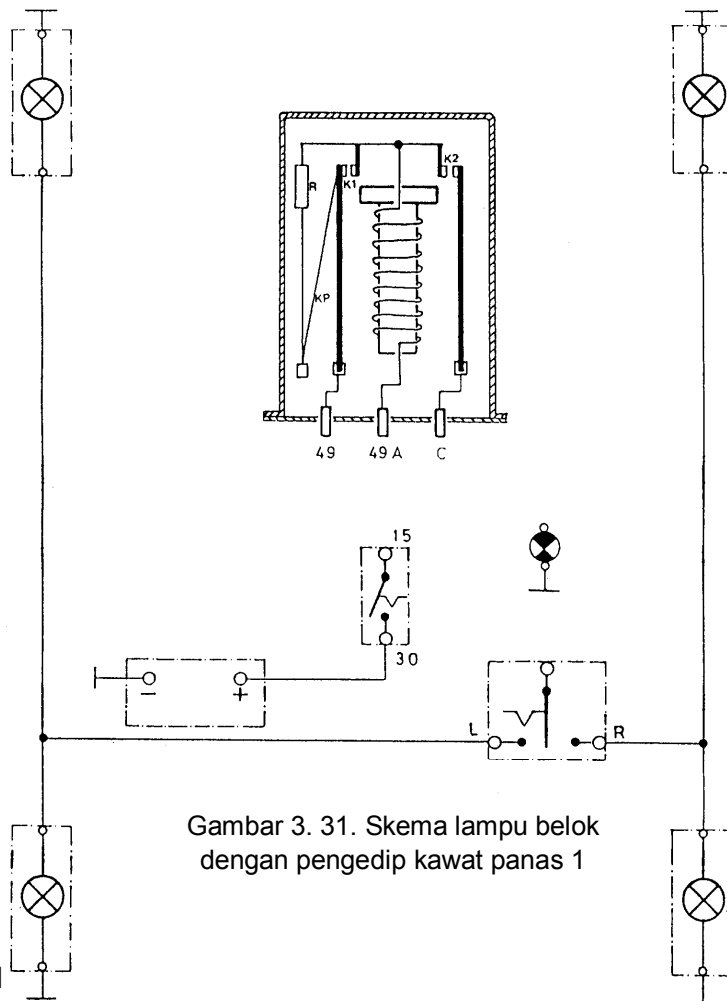
Konstruksi pe ... jam dengan muai panjang yang berbeda.

Pada mulanya titik kontak dalam keadaan menutup, bila sakelar lampu tanda belok dihubungkan, maka arus dari Baterai, melalui bimental terus ke lampu tanda belok -----, massa, lampu tanda belok menyala

Sebagaimana arus gulungan bimetal, akibatnya bimetal panas Bimetal yang panas akan melengkung, dan memutuskan arus baterai melalui titik kontak, lampu tanda belok akan mati.

Bila bimetal dingin kontak akan berhubungan kembali, demikian seterusnya.

- Keuntungan :
  - Bentuk lebih sederhana
  - harga lebih murah
- Kerugian :
  - Sangat berpengaruh terhadap perubahan arus dan tegangan
  - Kelebihan beban akan mempercepat kedipan lampu

Pengedip model kawat panas

Gambar 3. 31. Skema lampu belok dengan pengedip kawat panas 1

Waktu sakel wati K1 (kontak 1), KP (Kawat Panas), R dan Relai, mengakibatkan : kawat panas memuai, Relai jadi magnet.

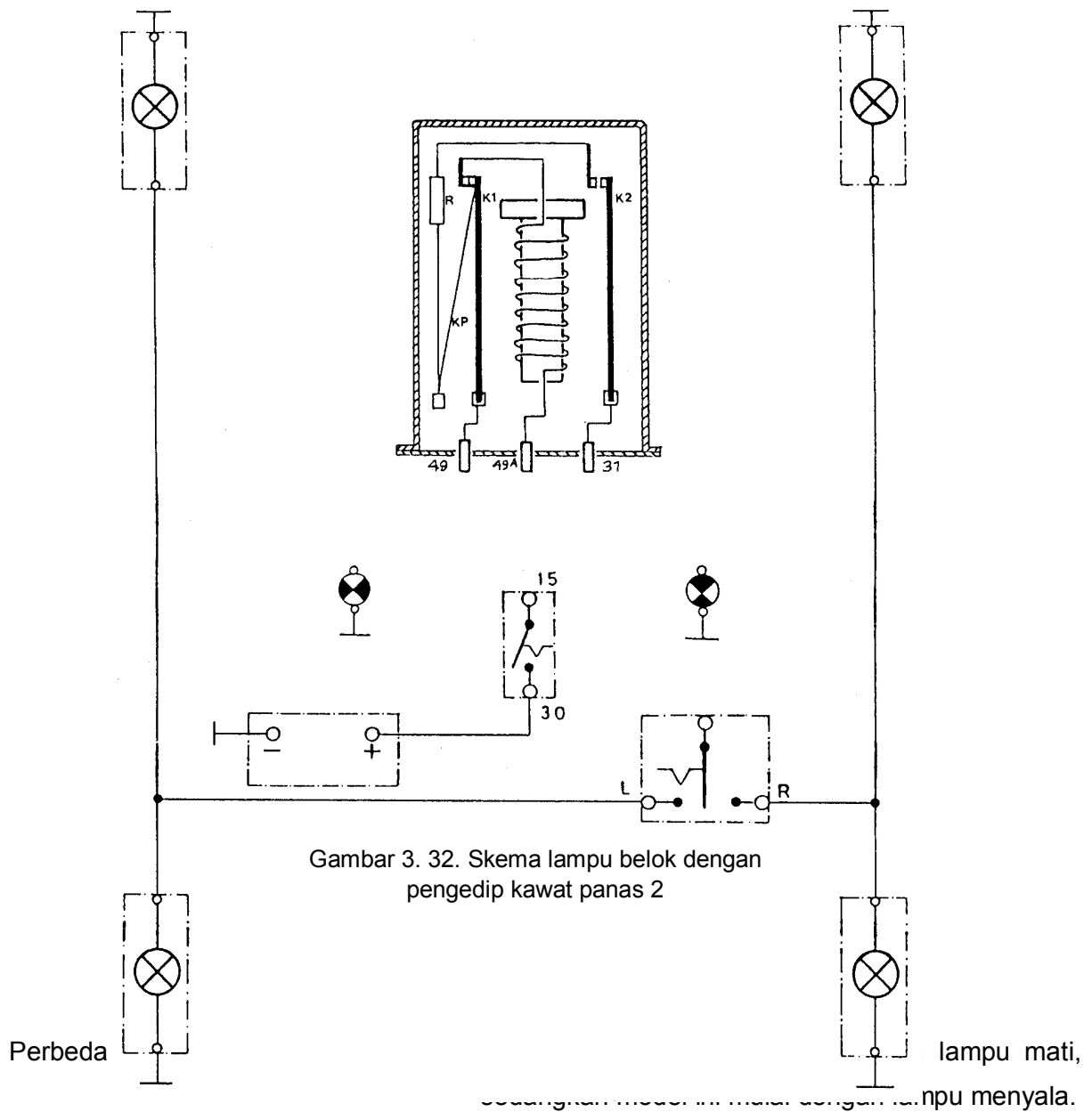
K1 (kontak 1) ditarik oleh relai, saat ini akan mengalir langsung ke lampu tanda belok, akibatnya lampu tanda belok menyala, kemagnetan relai bertambah, sehingga menarik kontak 2 (K2) sampai berhubungan ----- lampu kontrol nyala.

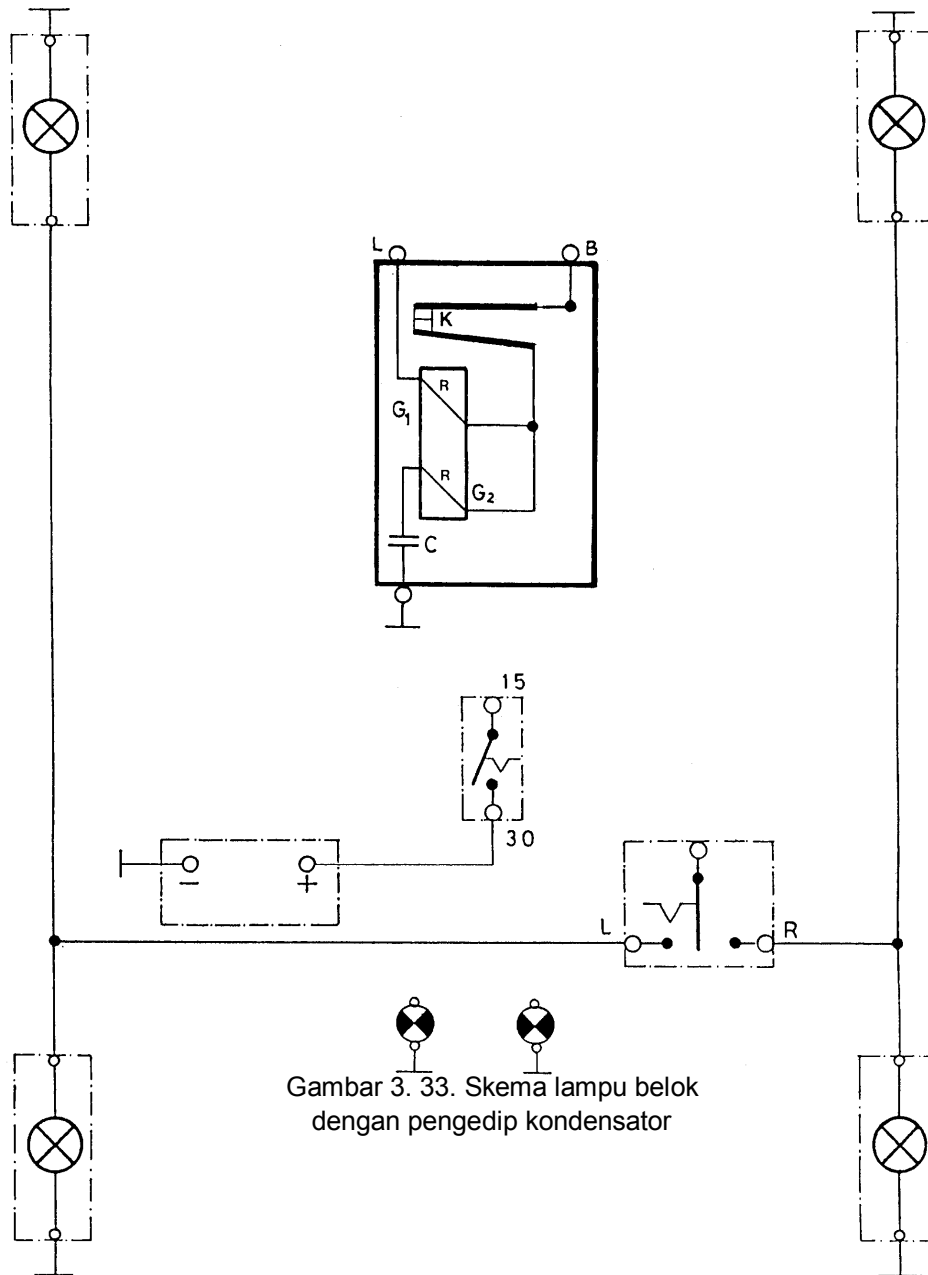
Bila kawat panas menjadi dingain, akan menarik K1 sampai lepas, hingga kemagnetan relai berkurang, K2 juga lepas saat ini lampu-lampu akan mati.

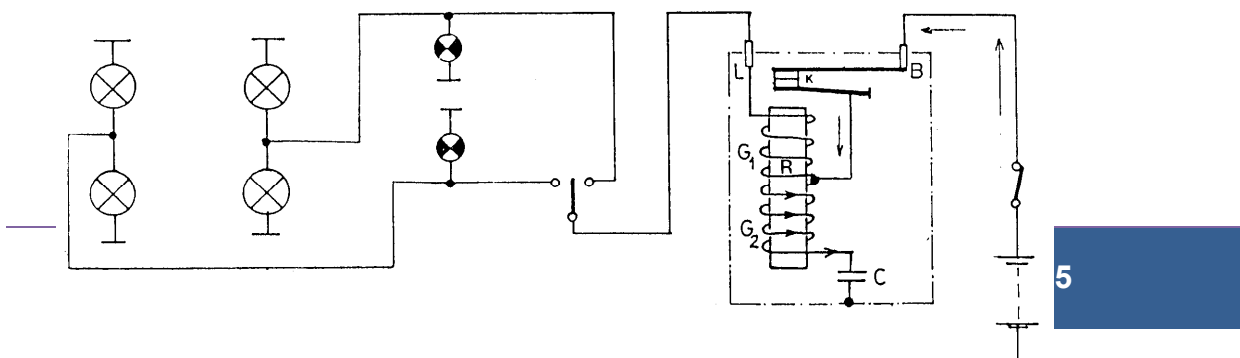
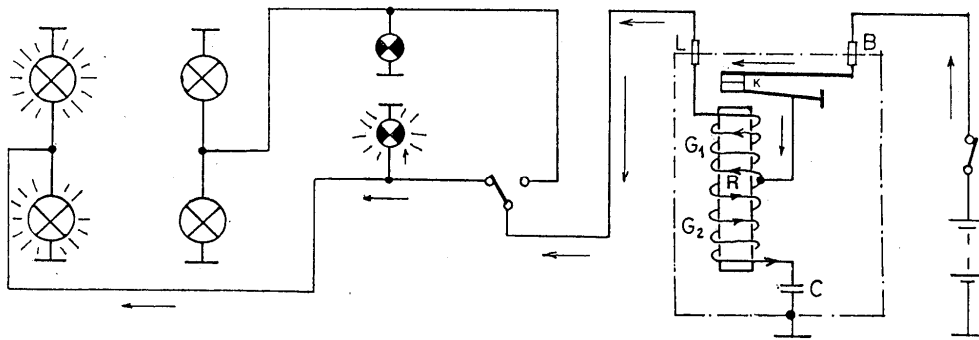
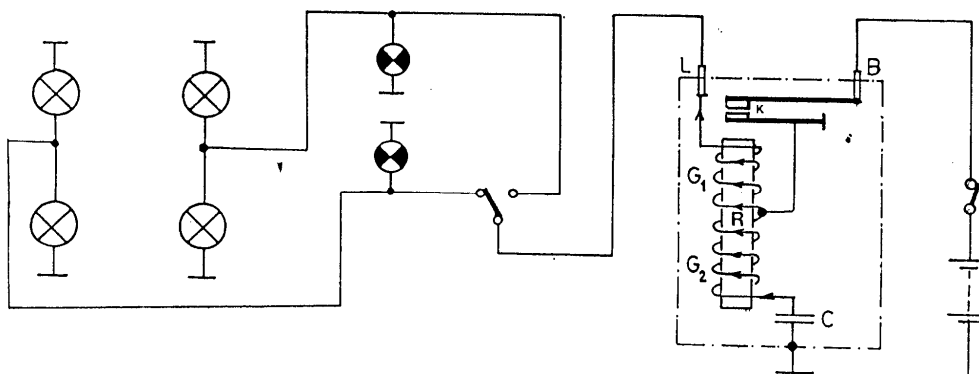
Demikian seterusnya,

Pengedipan model kawat panas ini ada bentuk lain seperti rangkaian di bawah ini.

Gambar 3. 32. Skema lampu belok dengan pengedip kawat panas 2

Perbeda ... lampu mati, ...npu menyala.

Kerugian : Gulungan relai lebih cepat terbakar, bila kawat panas tidak berfungsi dengan baik perubahan beban akan mempengaruhi kedipan lampu, pengedip cepat panas.

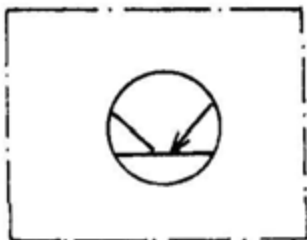
Pengedip Koondensator

Gambar 3. 33. Skema lampu belok dengan pengedip kondensator

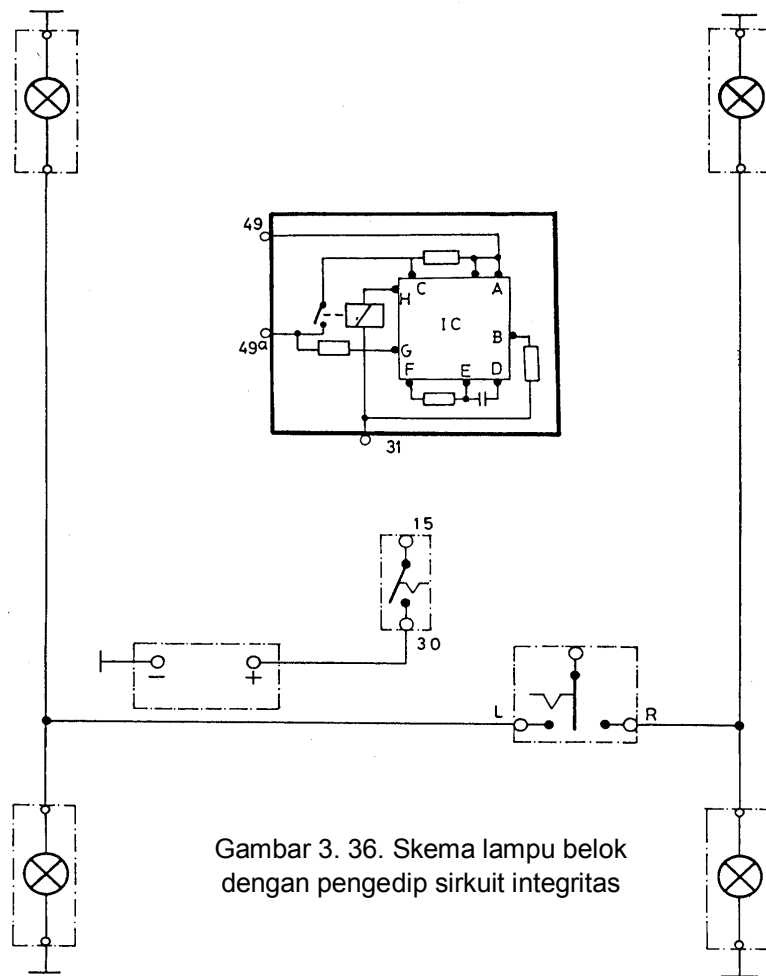
Membuka dan menutup kontak adalah pada saat kondensator mengisi dan mengosongkan.

Posisi diam ; arus akan mengisi kondensator

Posisi menyala : arus lampu, melalui relai dan tetap mengisi kondensator

Posisi lampu mati ; kontak membuka, kondensator mengosongkan

Gambar 3. 34. Cara kerja lampu belok dengan pengedip kondensator

Pengedip Transistor

Gambar 3. 35. Skema lampu belok dengan pengedip transistor

Rangkaian transistor berfungsi untuk memutus dan menghubungkan kontak, sehingga lampu dapat berkedip.

Gambar ini adalah simbol dari rangkaian transistor dengan komponen-komponen lain.

Pengedip sirkuit integritas

Gambar 3. 36. Skema lampu belok dengan pengedip sirkuit integritas

Bekerjanya pengedip ini sama seperti pengedip transistor, menghubung dan memutuskan kontak dengan impuls yang diberikan oleh komponen-komponen lain bersama IC.

Keuntungan pengedip elektronika :

- Tidak terpengaruh oleh kenaikan dan penurunan tegangan
- Cepat memberi informasi pada pengemudi bila salah satu lampu tanda belok mati

Kerugian : Bisa rusak bila ada tegangan/ jarum induksi

Klakson

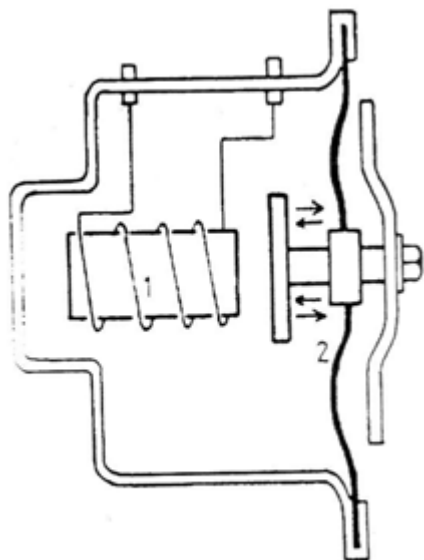
Klakson berfungsi untuk : memberi tanda/isyarat dengan bunyi. Sedangkan bunyi itu timbul karena adanya getaran.

Agar klakson dapat didengar dengan baik dan sesuai dengan peraturan, maka klakson harus mempunyai frekuensi getaran antara 1800 – 3550 Hz.

Pada umumnya klakson dapat dibagi dalam beberapa macam antara lain :

- Klakson listrik :
  - Arus bolak-balik (AC)
  - Arus searah (DC)
- Klakson udara
  - Dengan kompresor listrik
  - Memakai katup elektro pneumatis (dengan kompresor rem angin)

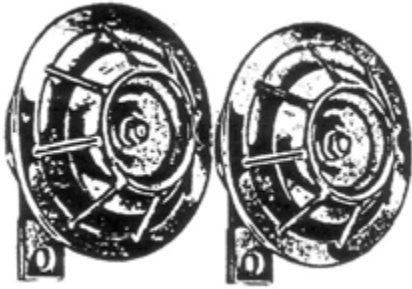
Klakson listrik dengan arus bolak-balik (AC)

Gambar 3. 37. Konstruksi klakson AC

Pada magnet listrik akan terjadi pergantian kutub-kutub utara dan selatan sesuai dengan frekuensi listrik, akibatnya membran bergetar. Klakson ini dipakai pada kendaraan-kendaraan jenis kecil dengan pembangkit listrik memakai dinamo AC, tanpa.

Kerugian klakson ini frekuensi klakson turun bila putaran motor turun, karena frekuensi listrik tergantung dari putaran motor.

- Klakson listrik arus searah (DC)

Klakson ini ada dua macam :

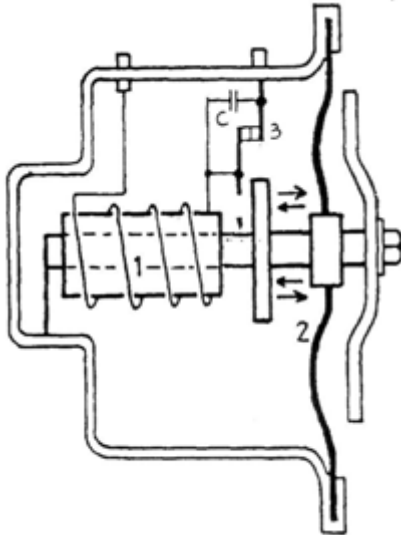
Model piringan

Klakson piringan tidak memakai corong resionansi. Tapi menggunakan plat resonansi agar suara lebih harmonis

Jenis klakson ini merupakan perlengkapan standar pada setiap kendaraan baru

Model siput (spiral)

Memakai corong resonansi agar suara lebih harmonis

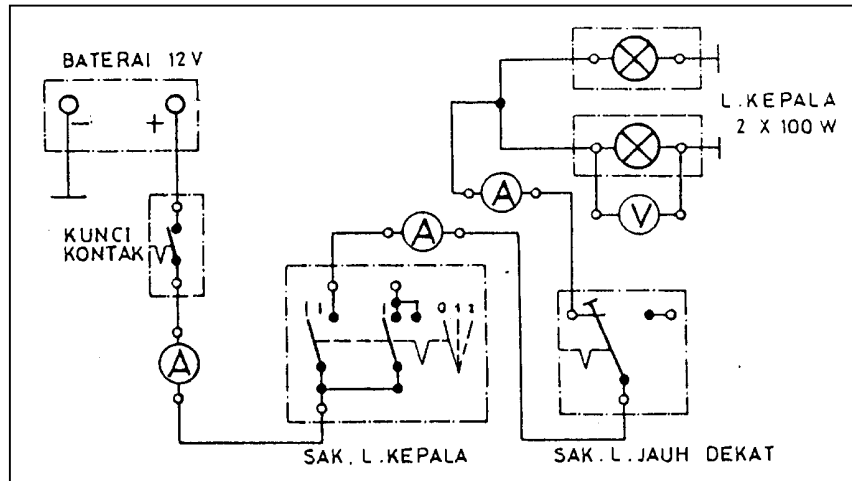
Prinsip dasar klakson listrik DC (Palu Wagner)

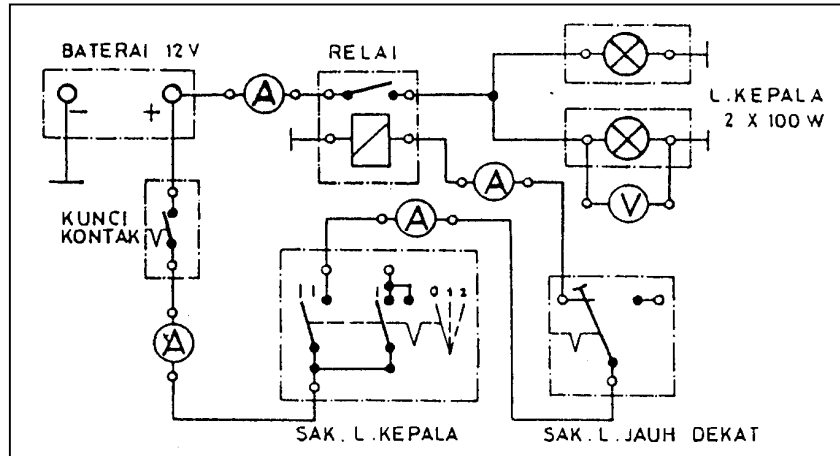
Gambar 3. 38. Konstruksi klakson DC

- Dalam klakson listrik DC, kita perlukan kotak pemutus dan pegas plat agar membran dapat bergetar
- Bila kontak (3) tertutup arus mengalir ke magnet listrik(1), membran akan tertarik ke arah magnet listrik
- Jangkar akan membuka kontak pemutus

Relai

Fungsi relai memperkecil rugi (kehilangan) tegangan pada rangkaian listrik

Contoh :

- Rangkaian I (tanpa relai)

Hitung kehilangan daya pada rangkaian di atas !

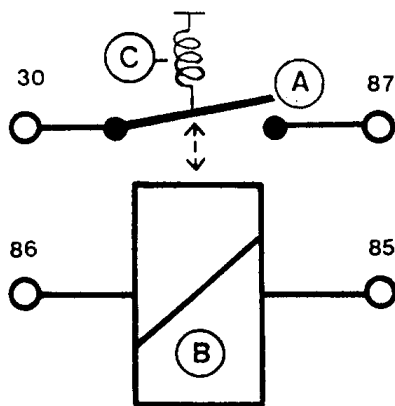
- Rangkaian II (dengan relai)

Hitung pula kehilangan daya : bila memakai relai

Gambar 3. 39. Rangkaian lampu tanpa dan dengan relay

Kehilangan daya pada rangkaian I sama dengan lampu *55* watt yang selalu menyala.

Konstruksi dasar

Terdiri dari sebuah magnet listrik dan kontak pemutus.

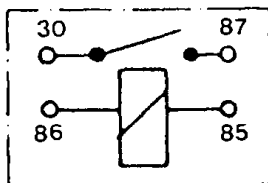
Kontak pemutus dibuka dan ditutup oleh magnet listrik dan pegas.

A	=Kontak relai
B	=Kumparan relai
C	=Pegas kontak
30	=Arus utama baterai
87	=Arus utama beban
86	=Arus pengendali dari 30/15
85	=Arus pengendali ke saklar *beban*

Bila arus listrik mengalir ke terminal 86, magnet listrik dan massa, maka magnet listrik *menarik* kontak.

Arus utama akan mengalir ke pemakai melalui kontak pemutus.

Rugi tegangan dapat diperkecil, karena arus utama dapat dihubungkan langsung dari baterai ke pemakai, tanpa melewati sakelar-sakelar, steker terminal dan kabel yang panjang.

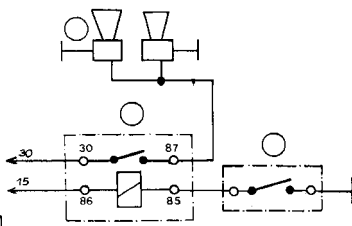
Macam-macam relai :

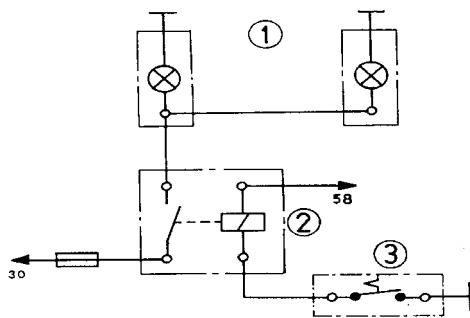
- Relai menutup

Relai ini sama seperti contoh konstruksi dasar, kontak pemutus dalam posisi menutup bila relai bekerja

Penggunaan relai ini antara lain pada rangkaian :

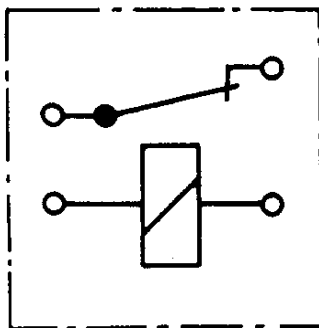
Sistem penerangan

Rangkaian klakson dengan relai menutup

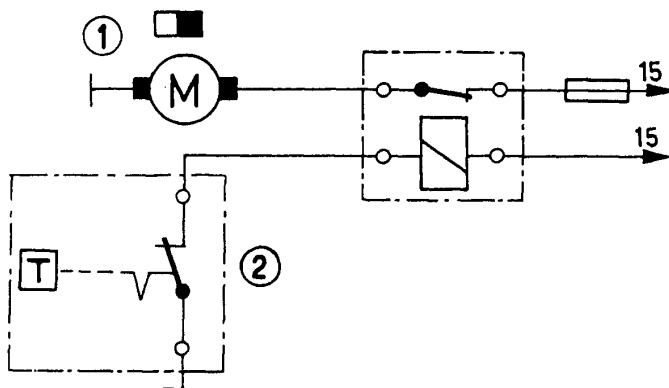
1. Klakson
2. Relai menutup
3. Sakelar klakson

Gam... menutup

Rangkaian lampu kabut dengan relai menutup

1. Lampu kabut
2. Relai penutup
3. Sakelar lampu kabut

Gambar 3. 42. Rangkaian dengan relai menutup

- Relai membuka

Relai ini kebalikan dari relai menutup, magnet listrik berfungsi memutuskan hubungan arus utama ke pemakai

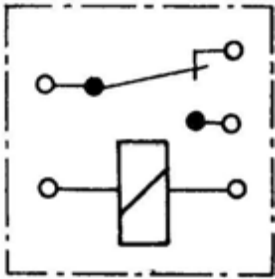
Dipakai pada rangkaian-rangkaian pengaman seperti pada kipas pendingin dengan listrik atau pada sistem AC.

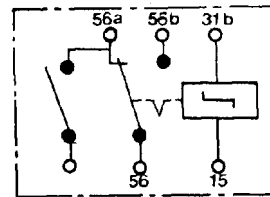
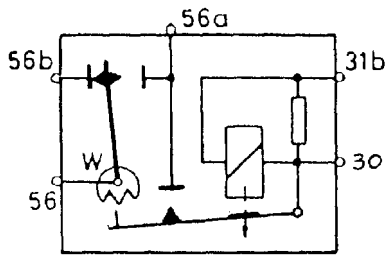
Contoh pemakaian relai menutup pada rangkaian kipas pendingin mesin dengan motor listrik

1. Motor listrik
2. Sakelar temperatur

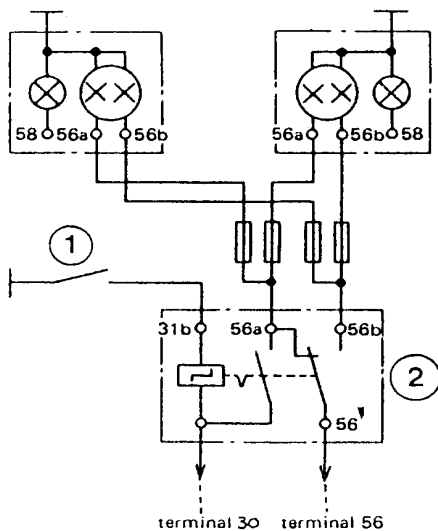
Bila mesin dingin sakelar temperatur menutup motor listrik kipas mati

Air pendingin panas, sakelar temperatur membuka, motor listrik kipas hidup, sampai sakelar temperatur menutup lagi.

Jika sakelar temperatur, terminal-terminal rusak, kabel-kabel pengendali relai putus, maka motor listrik kipas tetap hidup.

- Relai kombinasi

Pada relai ini terdapat terminal arus utama untuk dihubungkan ke pemakai (terminal 87 & 87a) dengan dua terminal ini relai dapat dijadikan relai membuka atau relai menutup serta kombinasi keduanya

- Relai 2 langkah

Gambar 3. 44. Konstruksi macam macam relay

Pada relai 2 langkah mempunyai *kontak pemutus* dan 2 terminal arus utama ke pemakai (56a, 56b), arus utama 30 juga dijadikan arus pengendali. Relai ini dipakai untuk lampu kepala dengan lampu blit (dim)

1. *Tombol*
2. *Relai dua langkah*

Bila sakelar lampu kepala digunakan, arus dari 56 ...... lampu dekat jauh

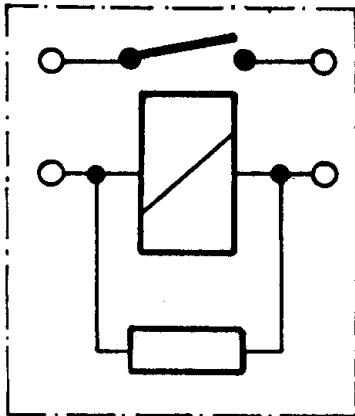
Pada saat menggunakan sakelar blit, relai akan mengganti posisi dekat jauh menjadi jauh dekat. Selama pergantian posisi itu lampu jauh tetap menyala

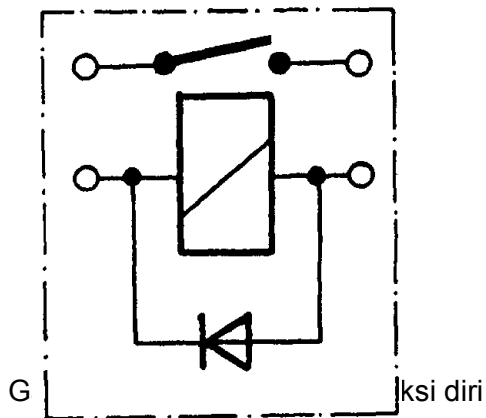
Bila sakelar lampu kepala mati dan sakelar lampu blit kita pakai, maka lampu blit saja yang *menyala*

Gambar 3. 45. Rangkaian dengan relay 2 langkah

Mengurangi Induksi diri pada relai

Induksi diri pada relai akan terjadi bila aliran arus pada gulungan magnet listrik dihentikan/terputus
Induksi ini akan sangat mengganggu/ merusak peralatan elektronika yang ada pada kendaraan, seperti unit kontrol atau peralatan elektronika lainnya.
Guna mengurangi induksi diri, pada relai dipasang tahanan atau dioda

- Memakai tahanan

Dengan memakai tahanan maka induksi diri pada gulungan magnet akan lebih cepat berkurang

- Memakai diode

Memakai diode juga berarti mengamankan komponen-komponen elektronika, bila terminal relai dipasang terbalik (salah pasang)

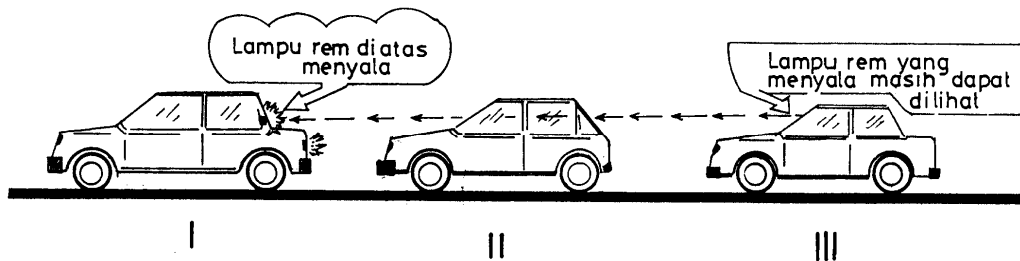
G ksi diri

Disamping itu diode juga berfungsi mengurangi induksi diri pada gulungan magnet listrik.

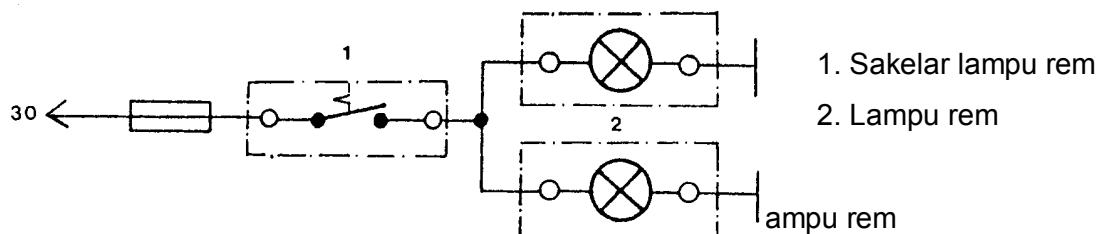
Lampu Rem dan Lampu Mundur

Lampu rem

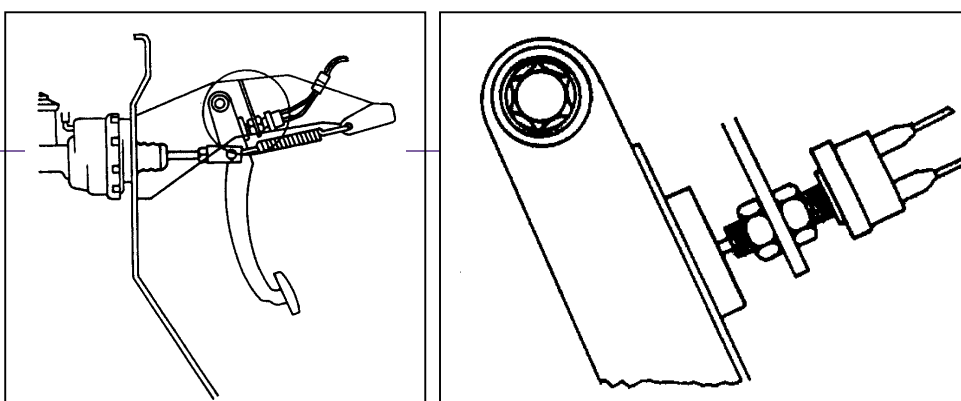
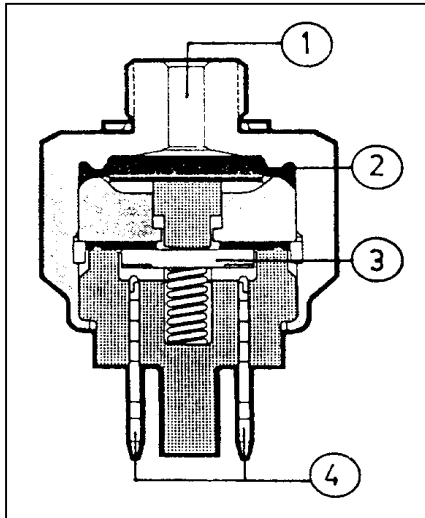
Lampu rem berfungsi untuk memberi tanda pada pengendara lain, bahwa kendaraan kita sedang melakukan pengereman.

Lampu rem di atas dapat dilihat dari jauh, meskipun masih ada mobil-mobil diantaranya

Gambar 3. 47. Ilustrasi konstruksi lampu rem

Pengemudi pada kendaraan III masih dapat melihat lampu rem di atas yang menyala pada kendaraan I

Rangkaian :

Sakelar lampu rem ada 2 macam

- Sakelar mekanis : dipasang pada pedal rem, sakelar menghubung bila pedal rem ditekan
- Sakelar hidraulis : dipasang pada silinder utama, sakelar menghubung pada saat tekanan minyak rem sudah mencapai 0,5 – 1,5 bar

Saklar mekanik

Sakelar hidrolik

1. Saluran minyak rem
2. Membran
3. Plat kontak
4. Terminal-terminal

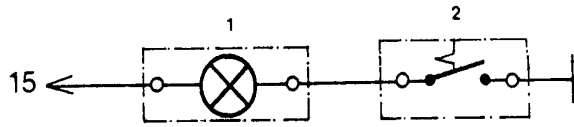
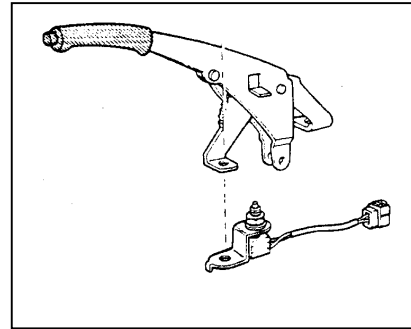
Gambar 3. 49. Macam konstruksi saklar rem

Bila tekanan minyak rem sudah mencapai 0,5 – 1,5 bar membran (2) akan tertekan, membran juga akan menekan kontak sampai berhubungan .... lampu rem menyala.

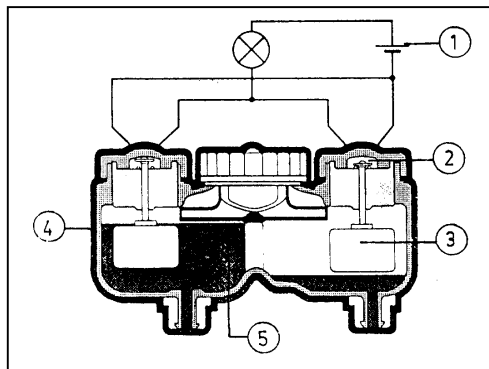
Lampu kontrol rem

Terletak pada ruang panel berfungsi untuk memberi tanda pada pengemudi, bahwa ada masalah pada rem hidraulis atau rem mekanis (rem parkir) masih bekerja.

Biasanya satu lampu yang menyala dengan warna merah dihubungkan dengan sakelar-sakelar pengontrol rem mekanis, pengontrol permukaan dan tekanan minyak rem.

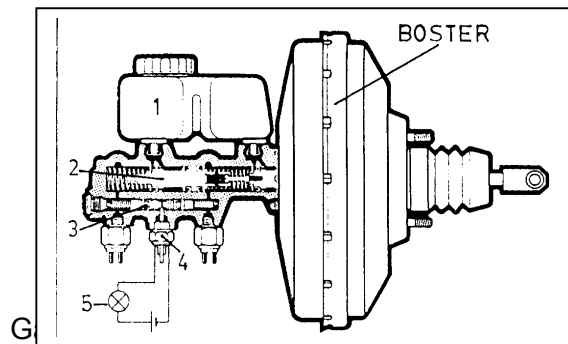
Lampu kontrol rem mekanis (rem parkir)

1. Lampu kontrol
2. Sakelar rem mekanis

Gambar sakelar rem mekanis

Gambar 3. 50. Konstruksi rangaian lampu rem parkir

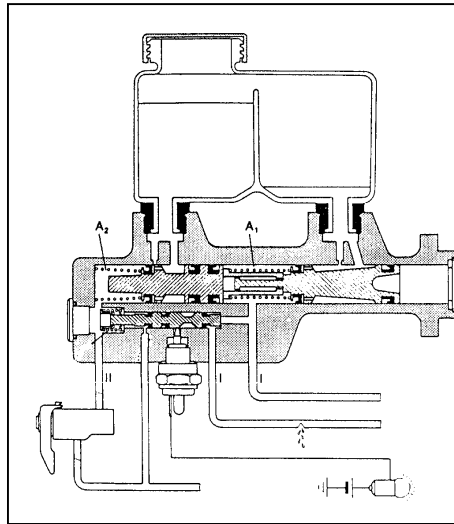
A. Lampu kontrol permukaan minyak rem

1. Baterai
2. Sakelar pengontrol
3. Pelampung
4. Tangkai minyak rem
5. Minyak rem

Gambar 3. 51. Konstruksi kontrol permukaan minyak rem

Bila ada kebocoran pada sistem rem, permukaan minyak rem akan turun .... sakelar menghubung lampu kontrol menyala.

B. Lampu kontrol tekanan minyak rem dengan sakelar mekanis

1. Tangki minyak rem
2. Torak silinder utama
3. Torak pengontrol tekanan
4. Saklar kontrol
5. Lampu kontrol

G inyak rem

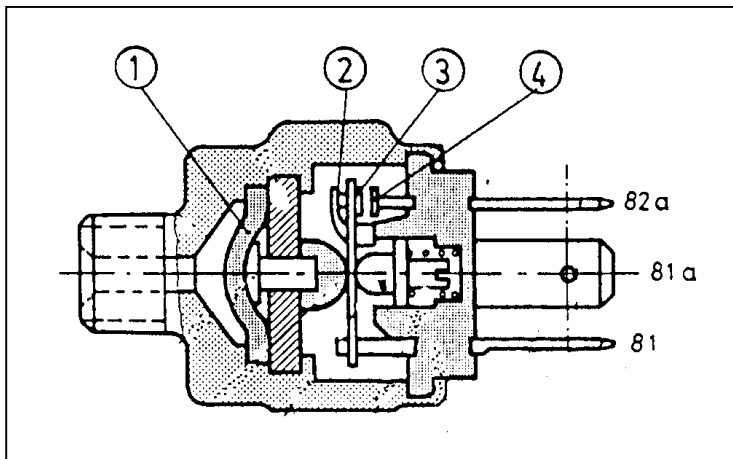
Kebocoran pada sistem pengereman I

Kebocoran pada sistem pengereman II

--------- Lampu kontrol *menyala*

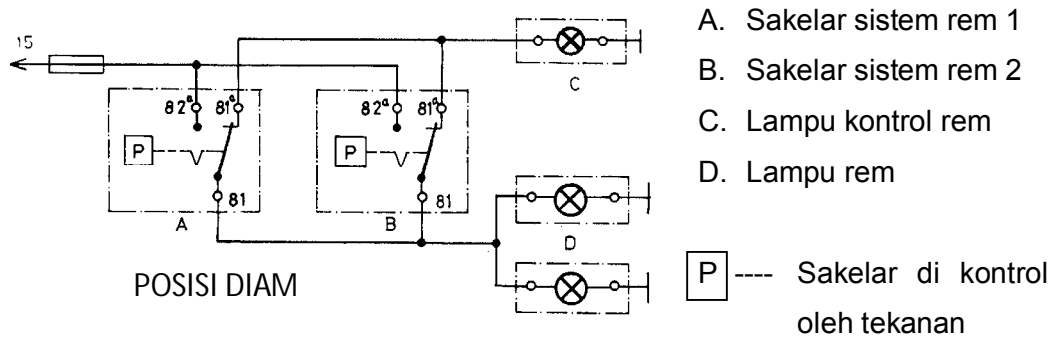
Gambar 3. 53. Cara kerja kontrol tekanan minyak rem

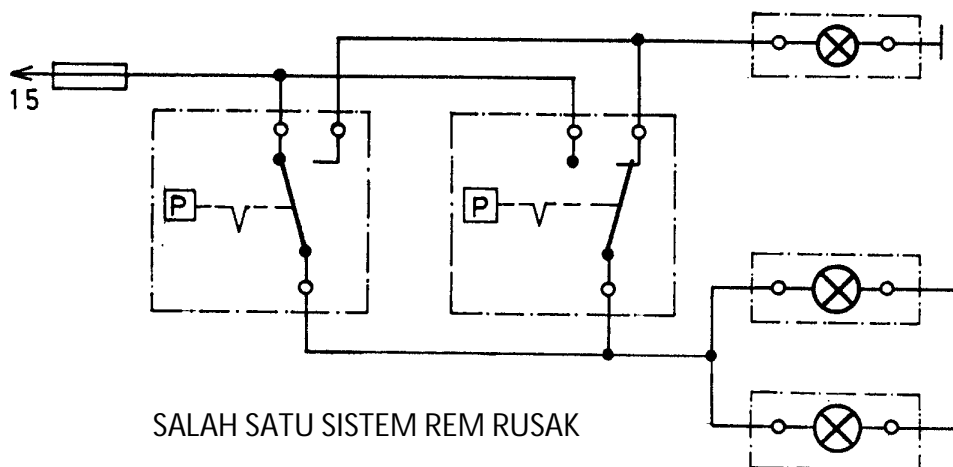
C. Lampu kontrol tekanan minyak rem dengan sakelar hidraulis

Sistem pengereman I dan II masing-masing dilengkapi dengan satu sakelar, yang mempunyai tiga terminal.

Dengan tiga terminal ini berarti sakelar juga dipakai untuk lampu rem.

1. Membran
2. Penekan
3. Kontak 1
4. Kontak 2

Gambar 3. 54. Konstruksi kontrol tekanan minyak rem dengan saklar hidrolis

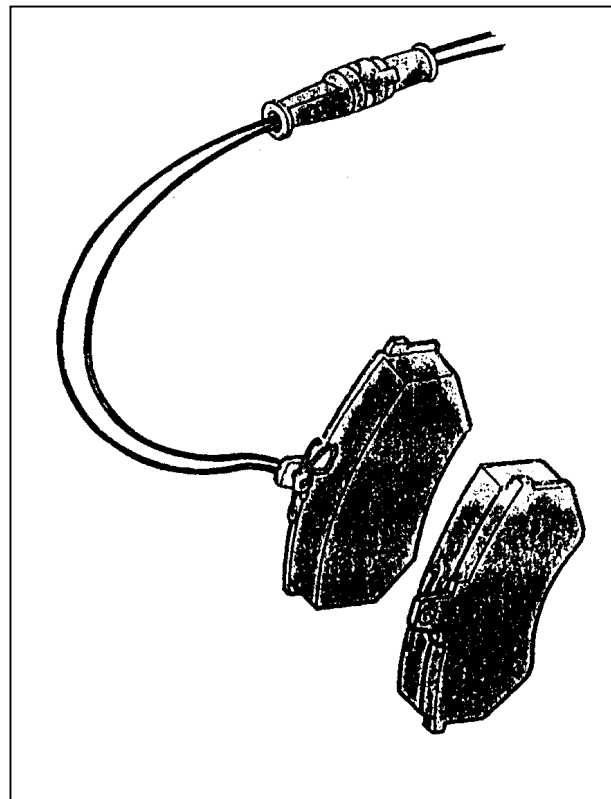
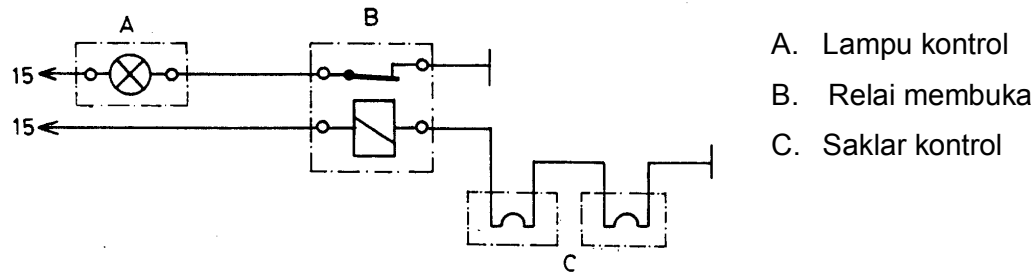
Rangkaian

Gambar 3. 55. Skema kontrol rem posisi diam

- Pada posisi diam (pedal rem tidak ditekan) kontak 87a tidak berhubungan dengan terminal 82a .... lampu kontrol dan lampu rem tidak menyala.
- Bila tidak terjadi kerusakan pada sistem rem, pada saat pedal rem ditekan lampu rem akan menyala, karena terminal 81 berhubungan dengan 82a.
- Salah satu sistem rem rusak (tekanan minyak rem tidak mencapai 0,5 bar) lampu kontrol menyala.

Gambar 3. 56. Skema kontrol rem posisi salah satu rusak

D. Lampu kontrol keausan sepatu rem

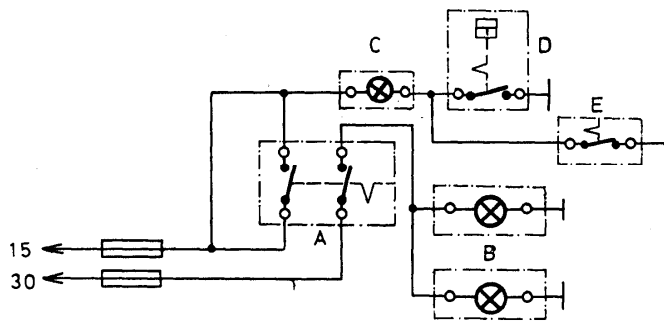
Sakelar pengontrol dipasang pada sepatu rem piringan bila sepatu rem sudah mencapai ketipisan tertentu lampu kontrol akan menyala.

Rangkaian

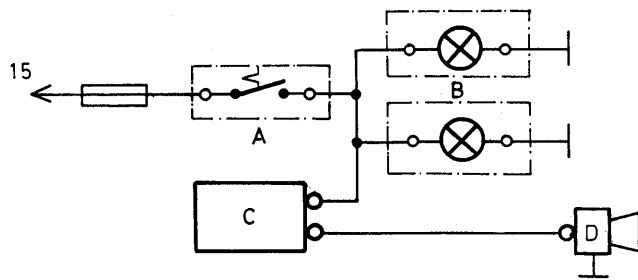
A. Lampu kontrol
B. Relai membuka
C. Saklar kontrol

Gambar 3. 57. Skema kontrol keausan kampas rem

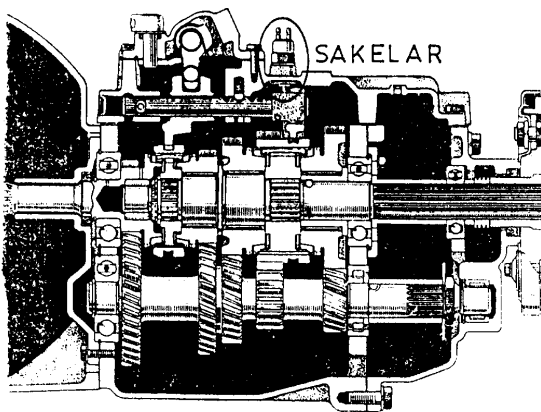
Hubungan ke massa relai membuka akan putus bila sepatu rem sudah tipis (kabel di dalam sepatu rem putus karena gesekan .... lampu kontrol menyala.

Pada jenis rangkaian lain ada satu kabel di dalam sepatu rem. Bila keausan sepatu rem kabel itu langsung berhubung dengan piring rem (massa).

Rangkaian lengkap lampu rem dan lampu kontrol rem (TOYOTA)

A. Saklar pedal rem
B. Lampu rem
C. Lampu kontrol rem
D. Saklar kontrol permukaan minyak rem
E.Saklar rem parkir

Gambar 3. 58. Skema kontrol rem Toyota

Rangkaian Lampu mundur

A. Saklar lampu mundur
B. Lampu mundur
C. Pengedip
D.Klakson

Gambar 3. 59. Skema lampu mundur

Pada kendaraan-kendaraan besar (truk) lampu mundur dilengkapi dengan sistem suara.

Kenapa pada kendaraan sedan sistem suara tidak diperlukan ?

Gambar 3. 60. Gambar sakelar lampu mundur terpasang pada rumah roda gigi transmisi

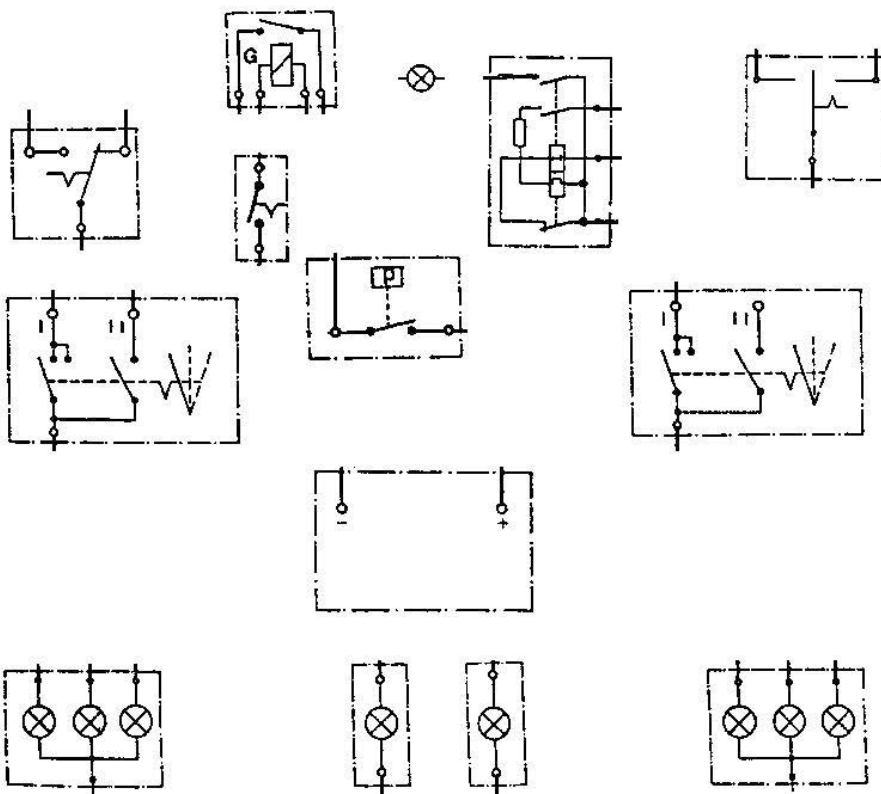
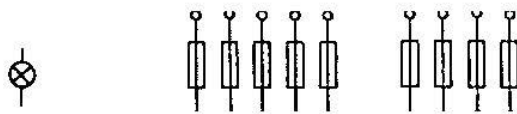
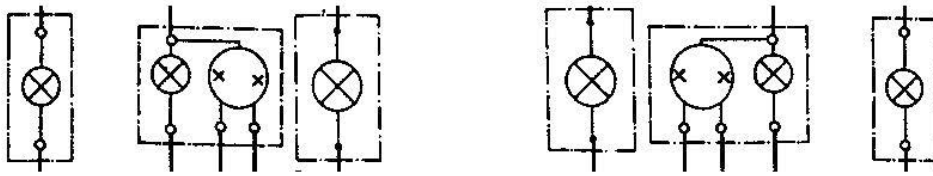
.

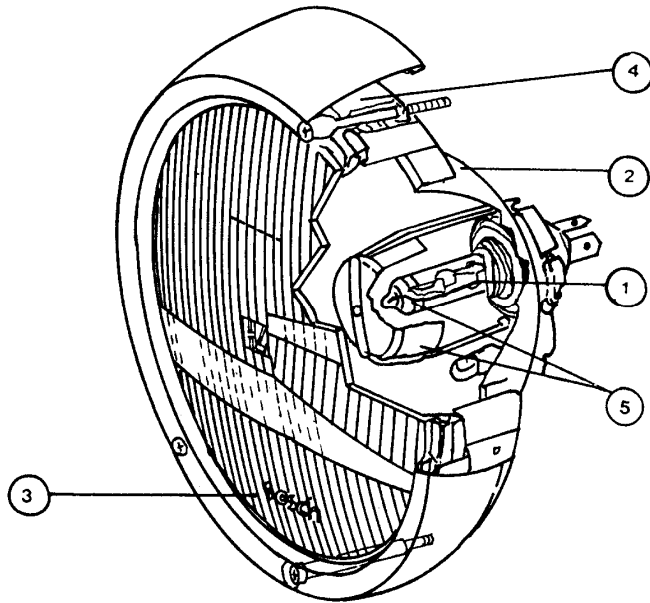
3.1.3. Rangkuman

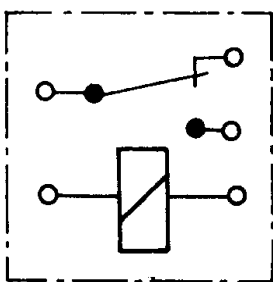
Hal hal yang perlu diketahui dan diingat pada materi listrik bodi otomotif adala:

- **Standarisasi penggunaan daya dan warna lampu ;** adalah sebuah gambaran standar berapa besar daya lampu yang digunakan serta warna yang diperuntukan sesuai dengan fungsi dari masing masing sistem penerangan tersebut.
- **Lampu kepala ;** konstruksi dan cara kerja dari lampu kepala disesuaikan dengan standar dan kebutuhan yang ada, serta penyetelan lampu kepala harus sesuai dengan standar ketentuan yang berlaku.
- **Sistem Lampu Tanda Belok ;** Lampu tanda belok berfungsi untuk :Memberi tanda pada orang/pengendara lain, bahwa kendaraan kita akan membelok, Memberi tanda pada pengendara lain, bahwa kita akan merobah posisi pada jalur yang berbeda, Memberi tanda berhenti sementara pada salah satu sisi jalan. Lampu tanda belok harus berkedip, lamanya kedipan lampu ini adalah *60-90 kedipan permenit*, sedangkan lamanya lampu menyala dan mati adalah kira-kira sama
- **Klakson ;**Klakson berfungsi untuk : memberi tanda/isyarat dengan bunyi. Sedangkan bunyi itu timbul karena adanya getaran.Agar klakson dapat didengar dengan baik dan sesuai dengan peraturan, maka klakson harus mempunyai frekuensi getaran antara 1800 – 3550 Hz.
- **Ralai ;**Fungsi relai memperkecil rugi (kehilangan) tegangan pada rangkaian listrik
- **Lampu rem ;** Lampu rem berfungsi untuk memberi tanda pada pengendara lain, bahwa kendaraan kita sedang melakukan pengereman

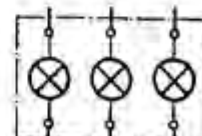
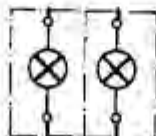
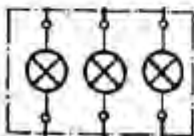
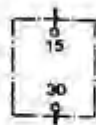
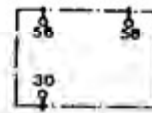
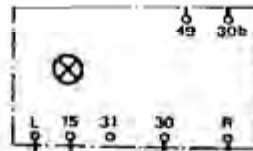
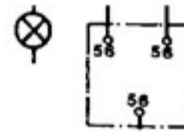
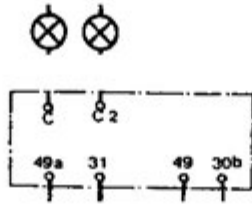
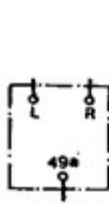
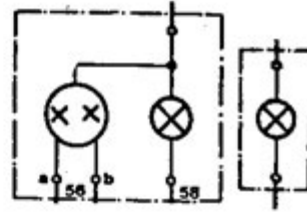
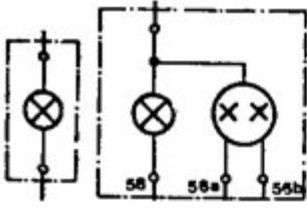
3.1.4.Tugas

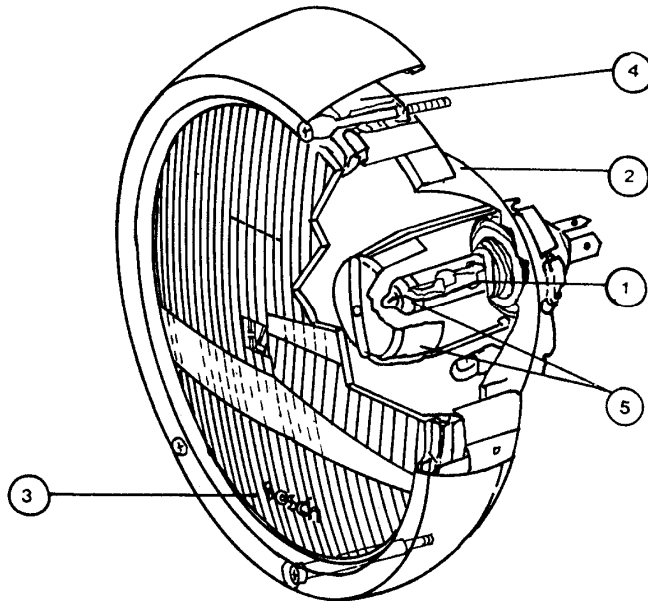
Lengkapilah gambar rangkaian di bawah ini

3.1.5. Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1=..
2=..
3=..
4=..
5=..

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari ....

3. Besar daya standar lampu kepala jarak jauh per filamen adalah........................

4. Dioda pada relai digunakan untuk..

5. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan berikut ini !

3.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

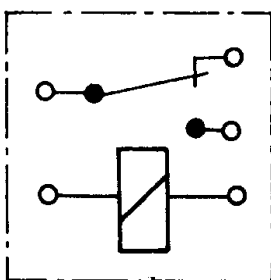
1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1= Lampu pijar

2= Reflektor

3=Kaca bias

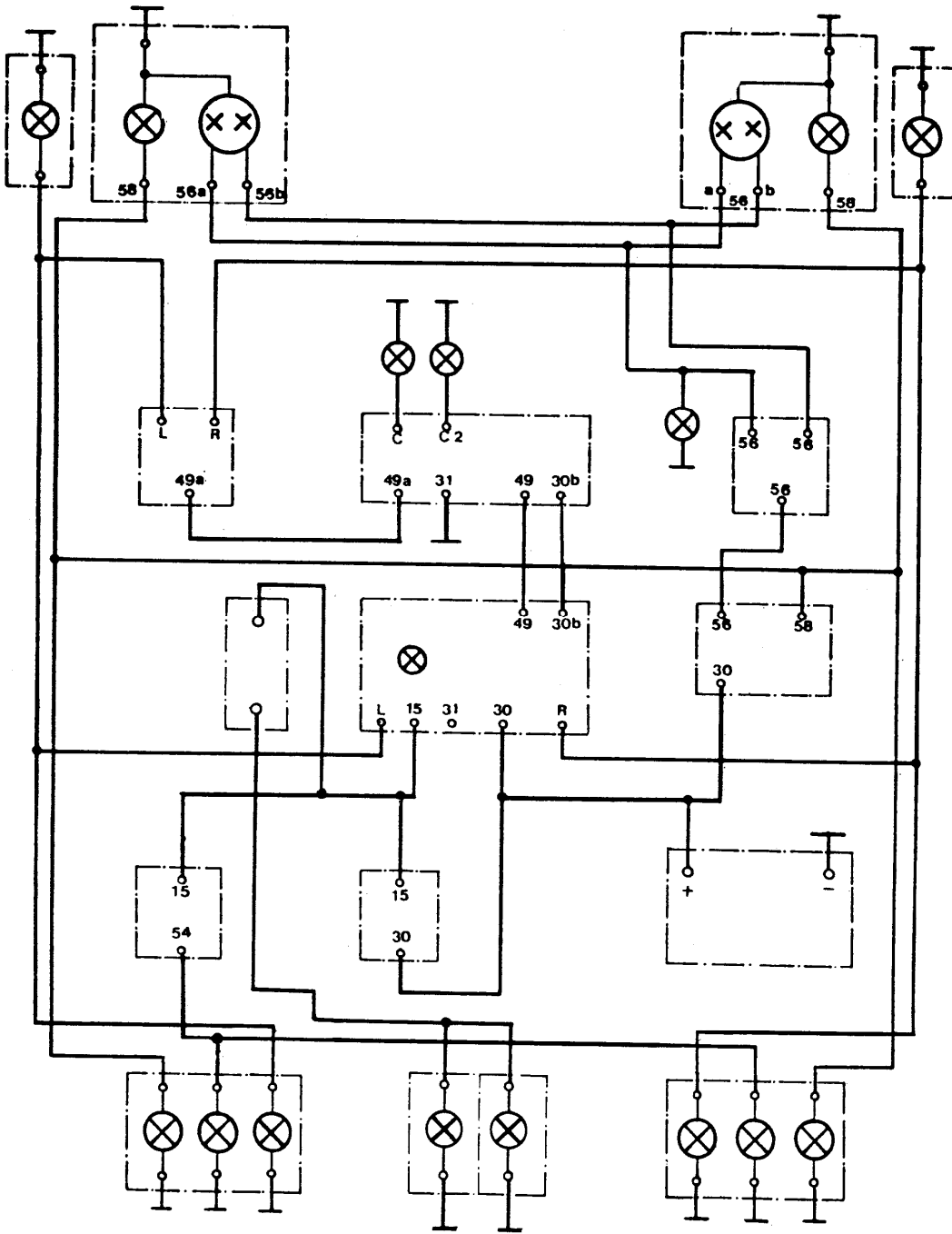
4=Pemegang lampu kepala

5=Tutup lampu pijar

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari *Relai*

3. Besar daya standar lampu kepala jarak jauh per filamen adalah *60 watt*

4. Dioda pada relai digunakan untuk *menghilangkan induksi diri*

5. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan berikut ini !

58
56a
56b
a
56
b
58
L
R
49a
C
C 2
49a
31
49
30b
56
56
56
49
30b
56
58
30
L
15
31
30
R
15
54
15
30
+
–

3.1.7. Lembar Kerja Siswa

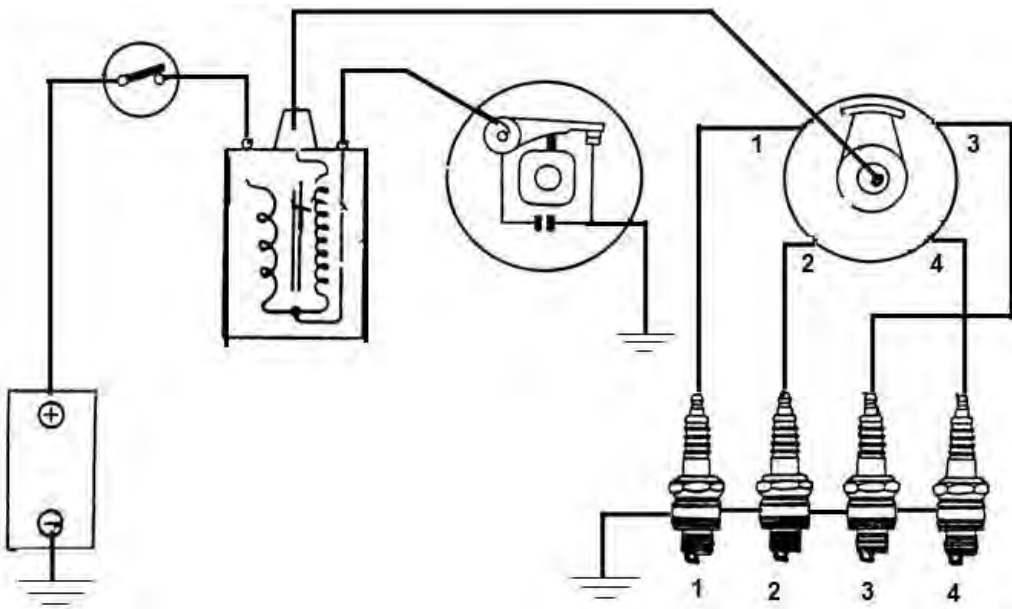
Carilah gambar wiring diagram sistem penerangan dari salah satubuku manual kendaraan bermotor roda 4 atau lebih !

BAB IV

PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF
KELAS XI SEMESTER 1
PERTEMUAN 5 & 6

SISTEM PENGAPIAN

4.1. Kegiatan Pembelajaran : Sistem Pengapian

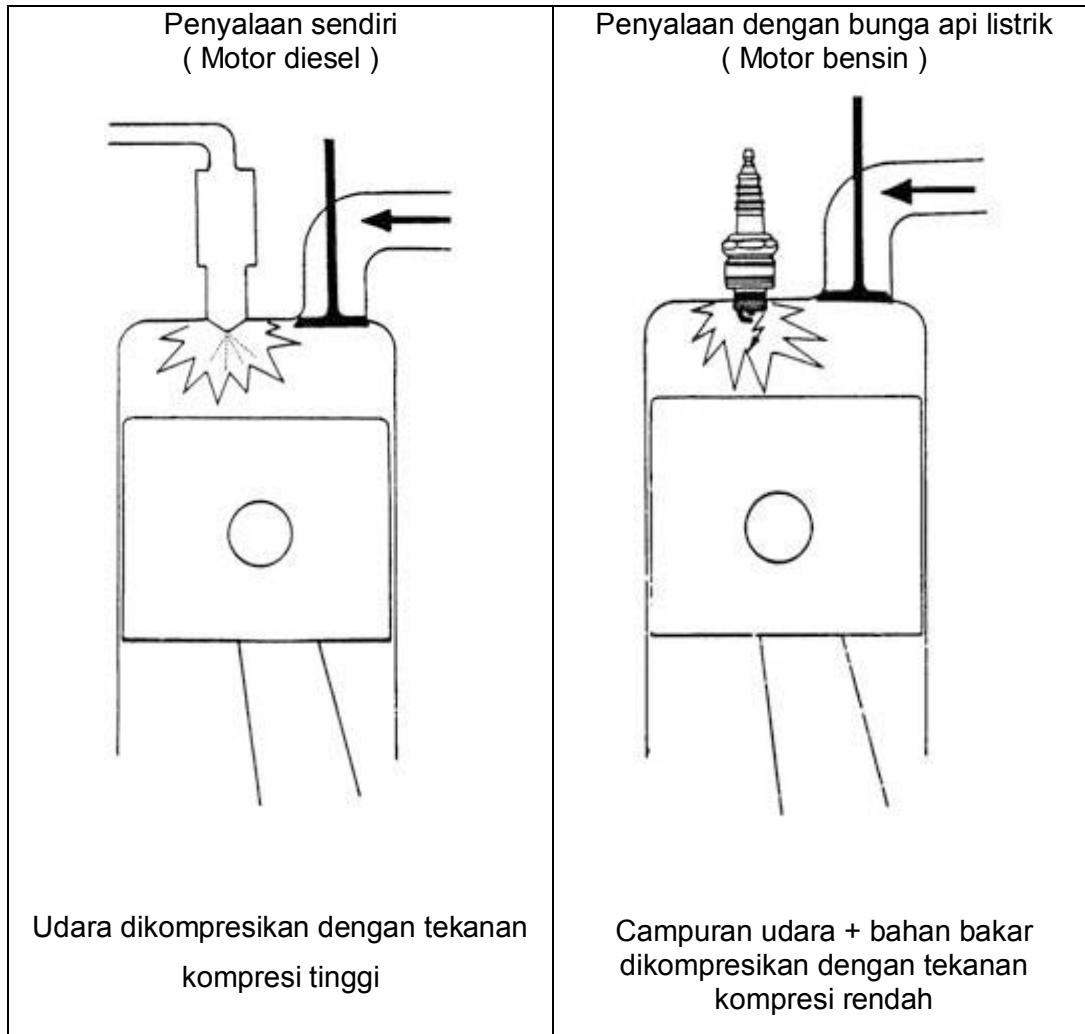
Amatilah Rangkaian sistem pengapian di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 4.1. Skema sistem pengapian

3.1.1. Tujuan Pembelajaran

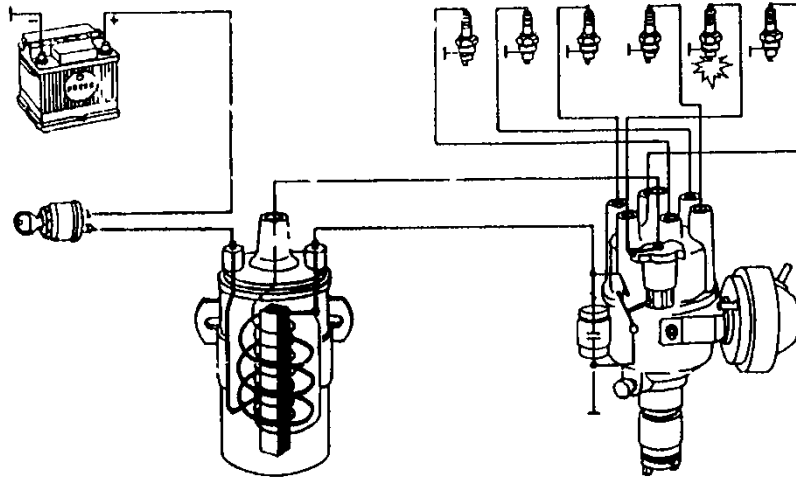
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem siatem pengapian serta menerangkan fungsi rangkaian sistem pengapian

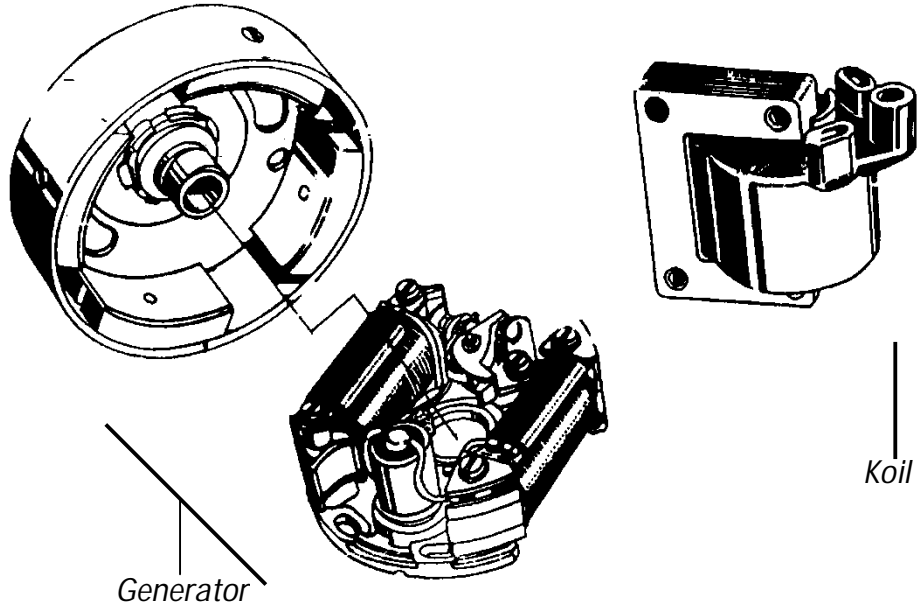
3.1.2. Uraian Materi

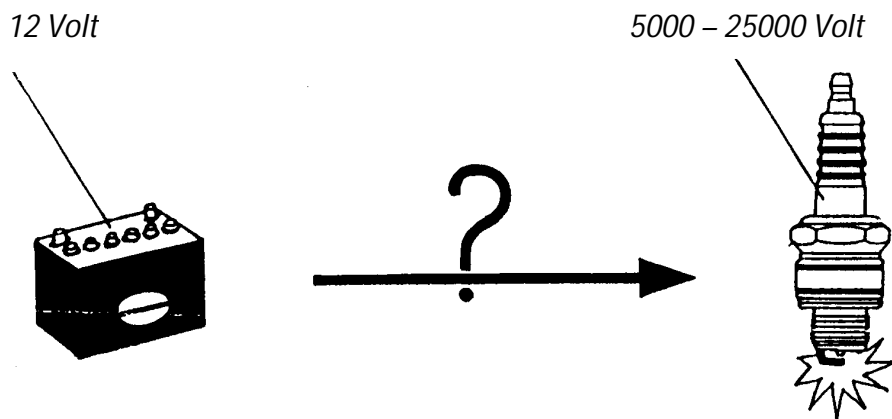
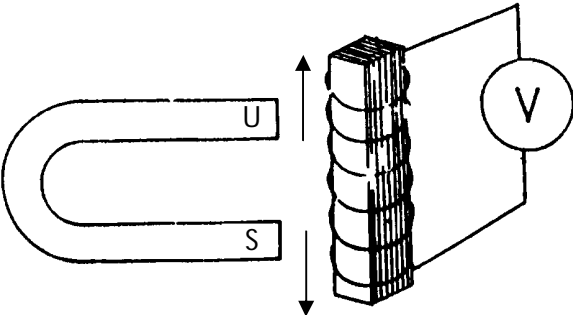
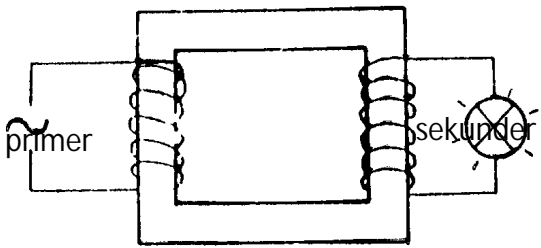
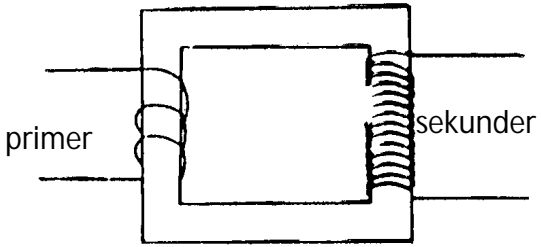
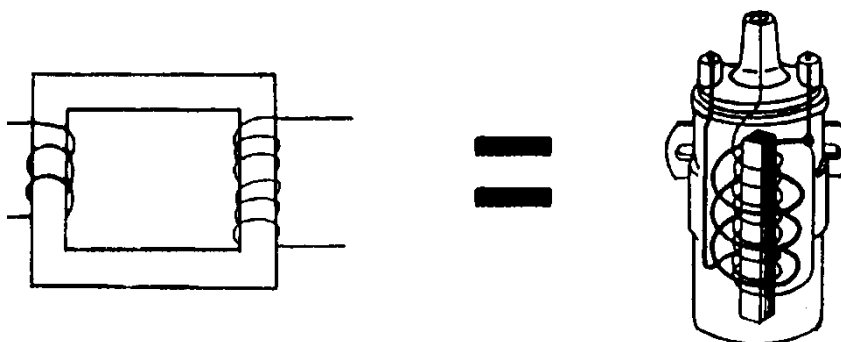
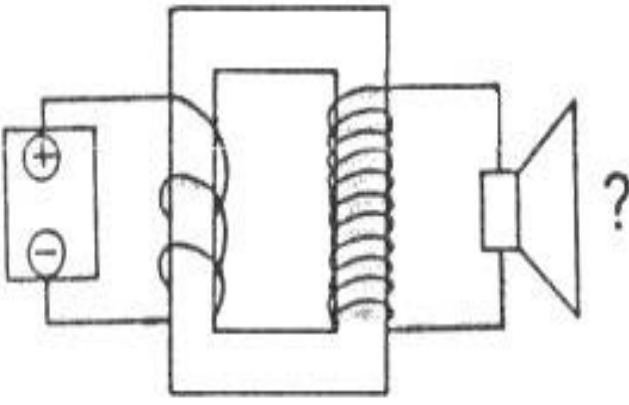
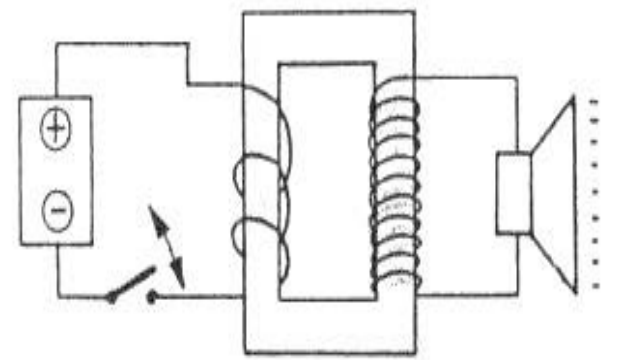
Pendahuluan

Cara penyalaan bahan bakar pada motor bakar dibedakan dalam 2 macam :

Gambar 4.2. Perbedaan sistem penyalaan

Sistem pengapian konvensional pada motor bensin ada 2 macam :

1.Sistem pengapian baterai

Gambar 4.3. Skema sistem pengapian batterai

2. Sistem pengapian magnet

Gambar 4.4. Sistem pengapian magnet

Cara Menaikkan Tegangan

Gambar 4.5. Prinsip penaikan tegangan

Tegangan baterai (12 V) dinaikkan menjadi tegangan tinggi 5000 ÷ 25000 Volt dengan menggunakan transformator (Koil).

Gambar 4.6. Transformator

Dasar Transformasi Tegangan

Transformasi tegangan berdasarkan **Prinsip induksi magnetis**

Jika magnet digerak-gerakkan dekat kumparan, maka :

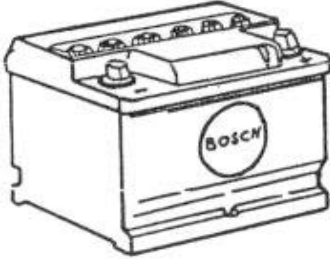
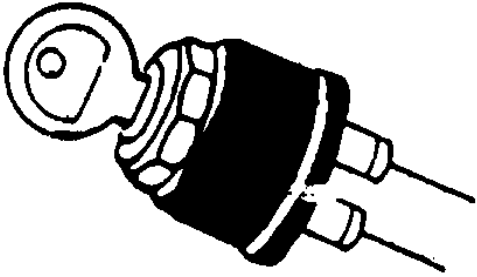
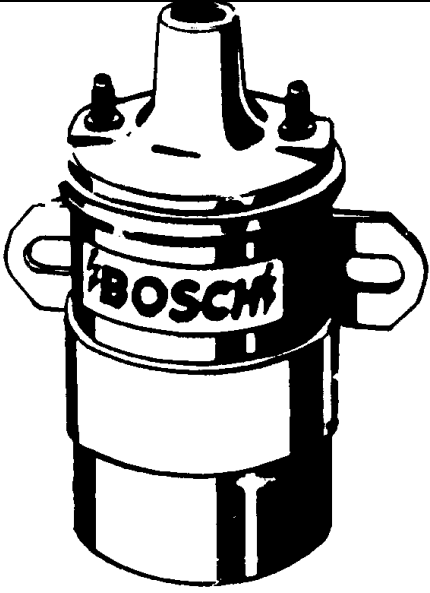
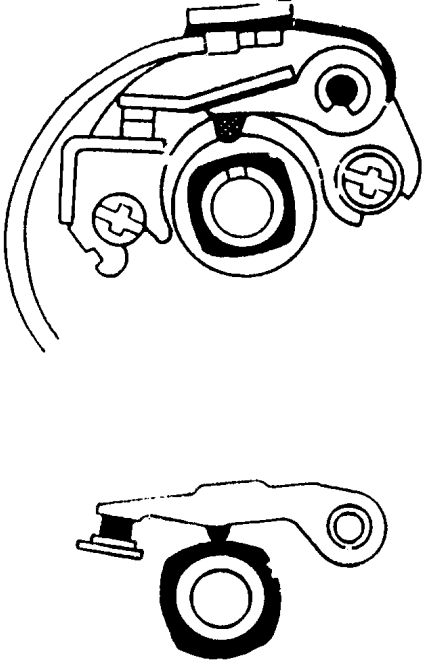
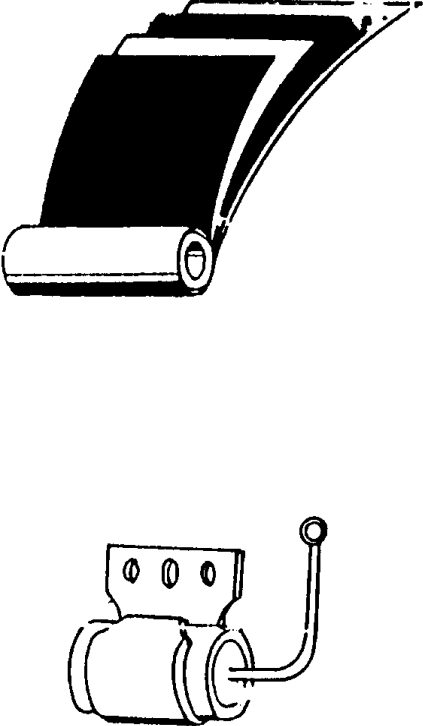
- Terjadi perubahan medan magnet
- Timbul tegangan listrik

Tegangan tersebut disebut "Tegangan Induksi"

Jika pada sambungan primer transformator dihubungkan dengan arus bolak – balik maka :

- Ada perubahan arus listrik
- Terjadi perubahan medan magnet
- Terjadi tegangan induksii lampu menyala

Perbandingan tegangan sebanding dengan perbandingan jumlah lilitan

- Jumlah lilitan sedikit tegangan induksi kecil
- Jumlah lilitan banyak tegangan induksi besar

Gambar 4.7. Prinsip transformasi tegangan

d). Transformasi dengan arus searah

	Bagaimana jika transformator diberi arus searah ? • Transformator tidak dapat berfungsi dengan arus searah, karena : ⇒ Arus tetap ⇒ Tidak tejadi perubahan medan magnet ⇒ Tidak ada induksi
	Bagaimana agar terjadi perubahan medan magnet ? Dengan memberi saklar pada sambungan primer Jika saklar dibuka / ditutup (on / off), maka : • Arus primer terputus – putus • Ada perubahan medan magnet • Terjadi induksi

Gambar 4.8. Prinsip transformasi tegangan arus searah

Bagian – Bagian Sistem Pengapian Baterai

	Baterai Kegunaan : Sebagai penyedia atau sumber arus listrik
	Kunci kontak Kegunaan : Menghubungkan dan memutuskan arus listrik dari baterai ke sirkuit primer
	Koil Kegunaan : Mentransformasikan tegangan baterai menjadi tegangan tinggi (5000 – 25.000 Volt)
	Kontak pemutus

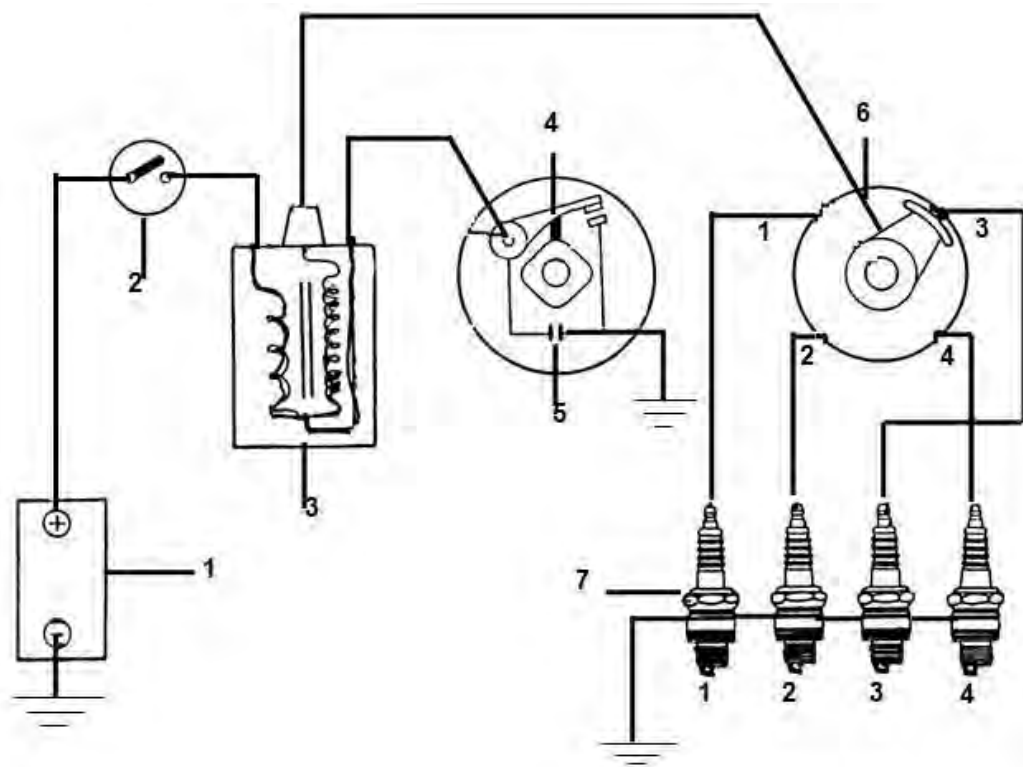
Gambar 4.9. bagian bagian sistem pengapian batterai 1

	Kegunaan : Menguhungkan dan memutuskan arus primer agar terjadi induksi tegangan tinggi pada sirkuit sekunder sistem pengapian
	Kondensator Kegunaan : • Mencegah loncatan bunga api diantara celah kontak pemutus pada saat kontak mulai membuka • Mempercepat pemutusan arus primer sehingga tegangan induksi yang timbul pada sirkuit sekunder tinggi

Gambar 4.10. Bagian bagian sistem pengapian batterai 2

	Distributor Kegunaan : Membagi dan menyalurkan arus tegangan tinggi ke setiap busi sesuai dengan urutan pengapian
	Busi Kegunaan : Meloncatkan bunga api listrik diantara kedua elektroda busi di dalam ruang bakar, sehingga pembakaran dapat dimulai

Gambar 4.11. Bagian bagian sistem pengapian batterai 3

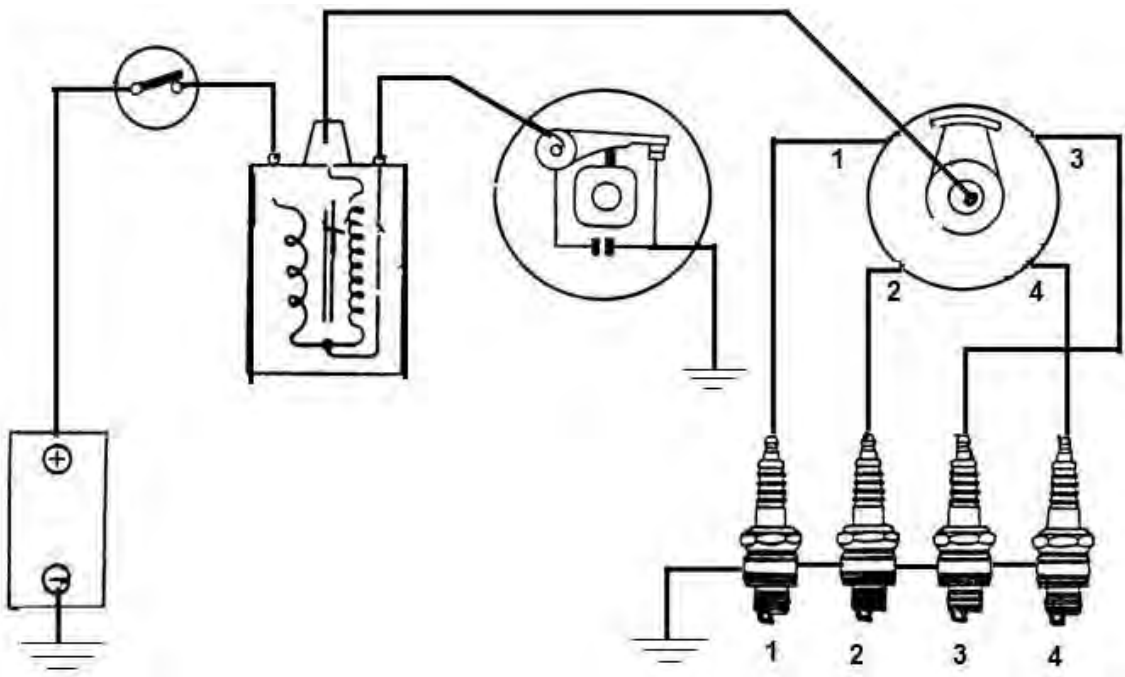
Rangkaian Sistem Pengapian Baterai

Gambar 4.12. Skema rangkaian sistem pengapian batterai

Bagian – bagian

1. Baterai	Sirkuit tegangan rendah = Sirkuit primer
2. Kunci kontak	Baterai – Kunci Kontak – Primer Koil – Kontak
3. Koil	Pemutus – Kondensator – Massa
4. Kontak pemutus	
5. Kondensator	Sirkuit tegangan tinggi = Sirkuit Sekunder
6. Distributor	Sekunder Koil – Distributor – Busi – Massa
7. Busi	

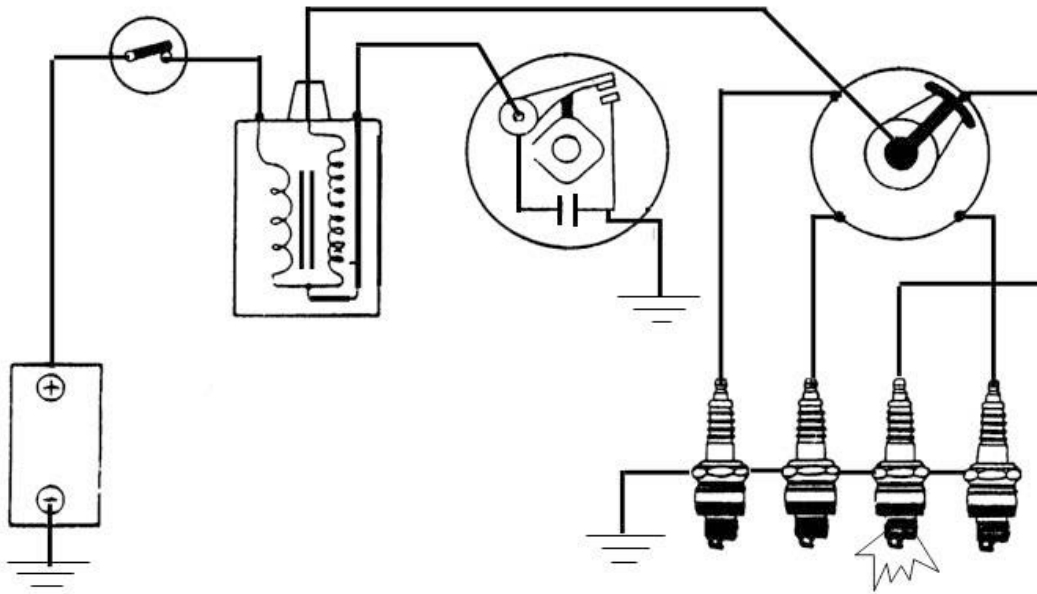
Cara Kerja dan Data-data Sistem Pengapian Baterai

Cara kerja

Saat kunci kontak on, kotak pemutus ***menutup***

Gambar 4.13. Rangkaian saat arus primer mengalir

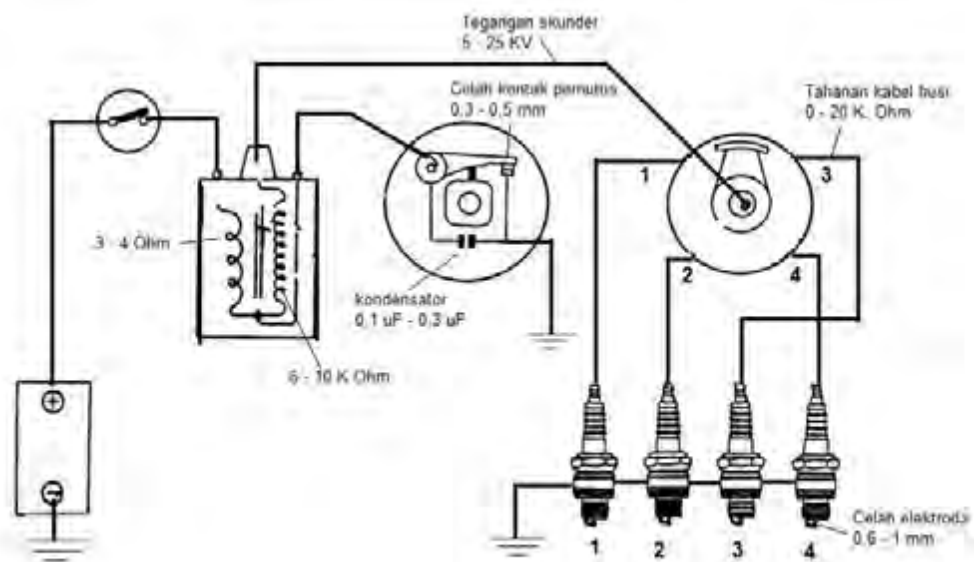
Arus mengalir dari + baterai – kunci kontak – kumparan primer koil kontak pemutus – massa

∗ Terjadi pembentukan medan magnet pada inti koil

Saat kunci kontak on, kontak pemutus ***membuka***

Gambar 4.14. Rangkaian saat arus primer terputus

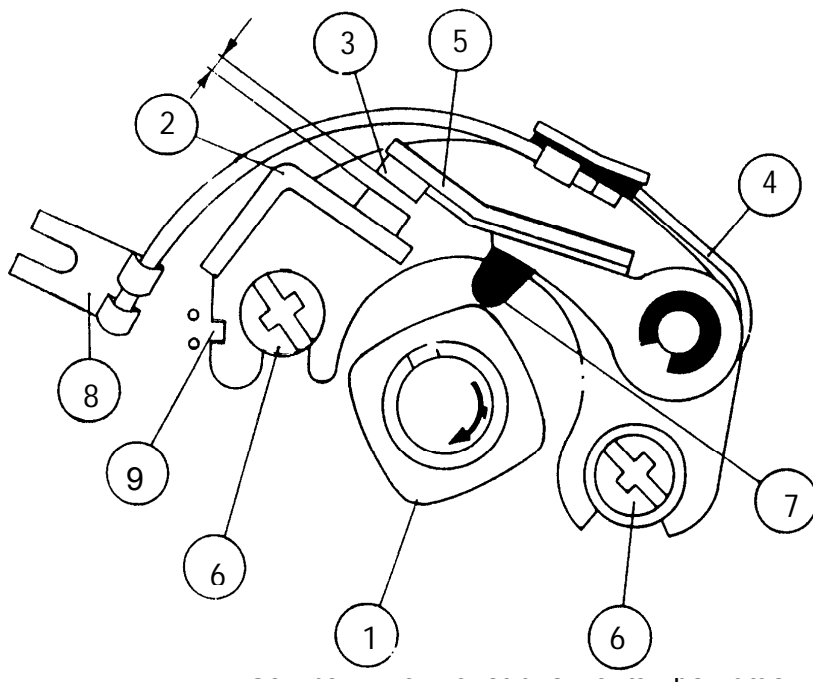
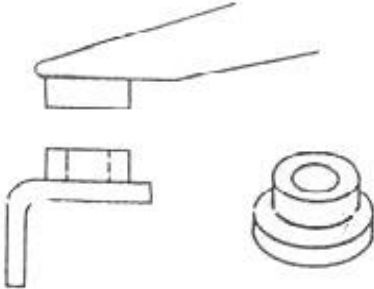
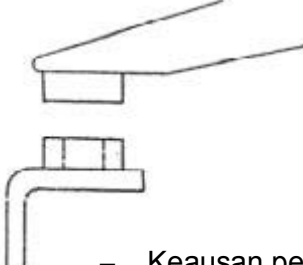
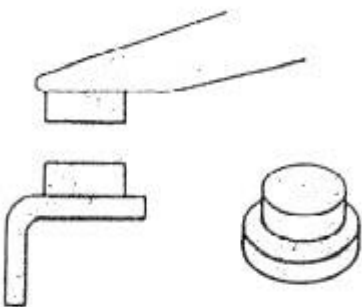
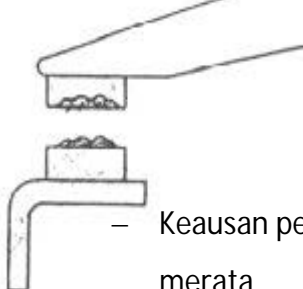
Arus primer terputus dengan cepat maka :

- Ada perubahan medan magnet (medan magnet jatuh)
- Terjadi arus induksi tegangan tinggi pada saat sirkuit sekunder (terjadi loncatan bunga api di antara elektroda busi)

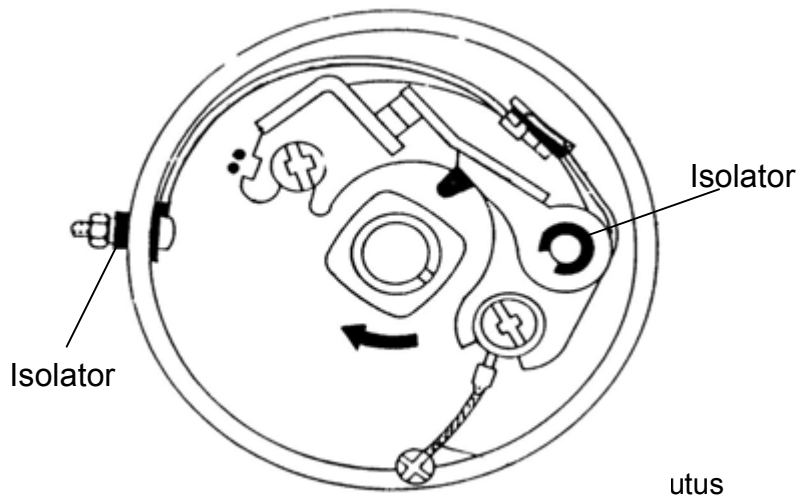
Data data sistem pengapian batterai secara umum

Gambar 4.15. Data sistem pengapian batterai

Kontak Pemutus dan Sudut Dwel

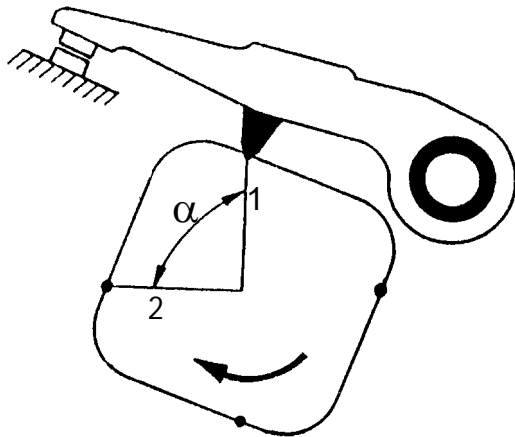
Kontak Pemutus

Kegunaan :
Menghubungkan dan memutuskan arus primer agar terjadi induksi tegangan tinggi pada sirkuit sekunder

Bagian-bagian

1. Kam distributor
2. Kontak tetap (wolfram)
3. Kontak lepas (wolfram)
4. Pegas kontak pemutus
5. Lengan kontak pemutus
6. Sekrup pengikat
7. Tumit ebonit
8. Kabel (dari koil -)
9. Alur penyetel

Jalan arus pada kontak pemutus

Bentuk-bentuk kontak pemutus	Keausan yang terjadi
Kontak berlubang	– Keausan permukaan rata – Pemindahan panas baik
Kontak pejal	– Keausan permukaan tidak merata – Pemindahan panas kurang baik

Gambar 4.18. Macam kontak pemutus

Sudut Pengapian

Sudut pengapian adalah :

Sudut putar kam distributor dari saat kontak pemutus mulai membuka 1 sampai kontak pemutus mulai membuka pada tonjolan kam berikutnya 2

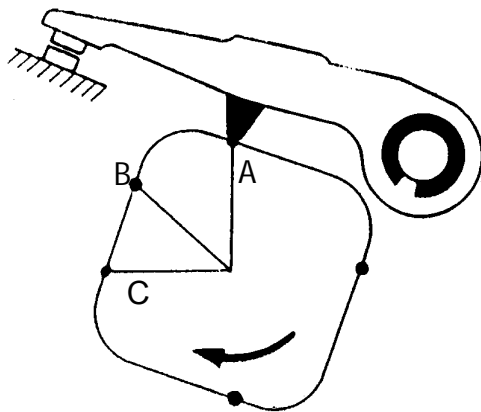
Contoh : sudut pengapian $\frac{360}{Z}$

Z = jumlah silinder

Untuk motor 4 silinder

360

Gambar 4 19

Sudut dwel

Sudut putar kam distributor :

A – B = Sudut buka Kp

B – C = Sudut tutup Kp

Sudut tutup kontak pemutus dinama

kan sudut dwel

Gambar 4 20

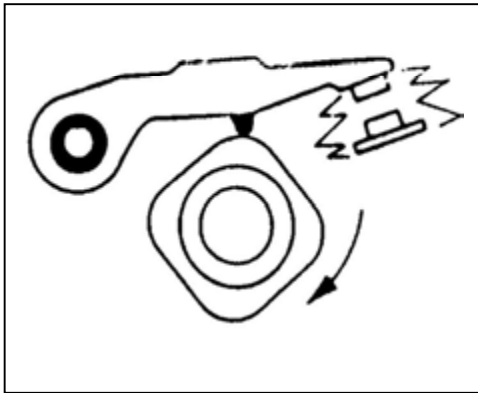
Kesimpulan : sudut dwel adalah sudut putar kam distributor pada saat

kontak pemutus ***menutup*** *(B)* sampai kontak

pemutus mulai ***membuka*** *(C)* pada tonjolan

kam berikutnya

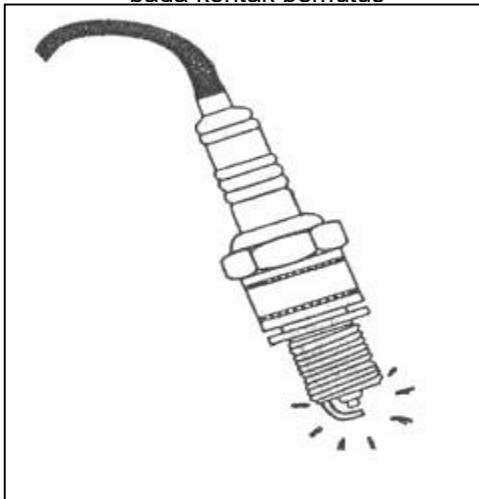
Kondensator

Percobaan sistem pengapian tanpa kondensator

Gambar 4.21. Percikan bunga api pada kontak pemutus

Pada sirkuit primer

Pada saat kontak pemutus mulai membuka. Ada loncatan bunga api diantara kontak pemutus

Artinya :

- Arus tidak terputus dengan segera
- Kontak pemutus menjadi cepat aus (terbakar)

Gambar 4.22. Percikan bunga api pada busi

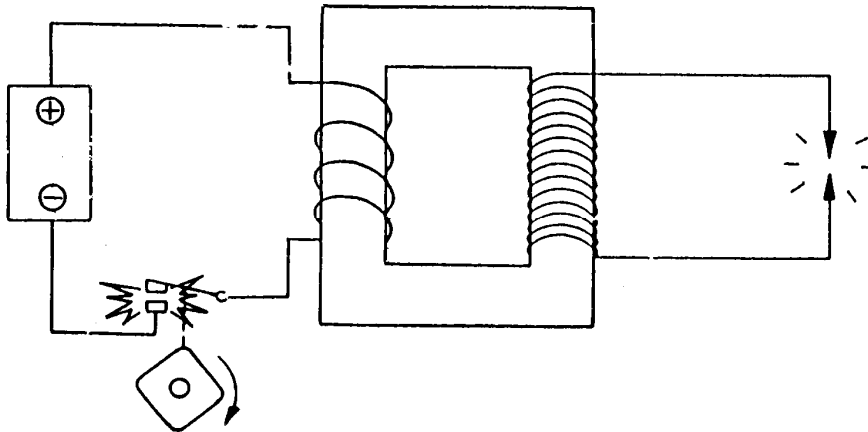
Pada sirkuit sekunder

Bunga api pada busi lemah

Mengapa bunga api pada besi lemah ?
Karena arus primer tidak terputus dengan segera, medan magnit pada koil tidak jatuh dengan cepat

∗ Tegangan induksi rendah

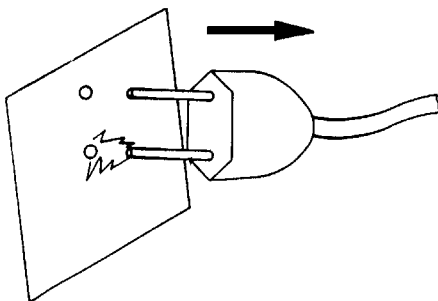
Tanpa kondensator sistem pengapian tak berfungsi

Mengapa terjadi bunga api pada kontak saat arus primer diputus ?

Gambar 4.23. Efek induksi diri

Pada saat kontak pemutus membuka arus dalam sirkuit primer diputus maka terjadi perubahan medan magnet pada inti koil (medan magnet jatuh)

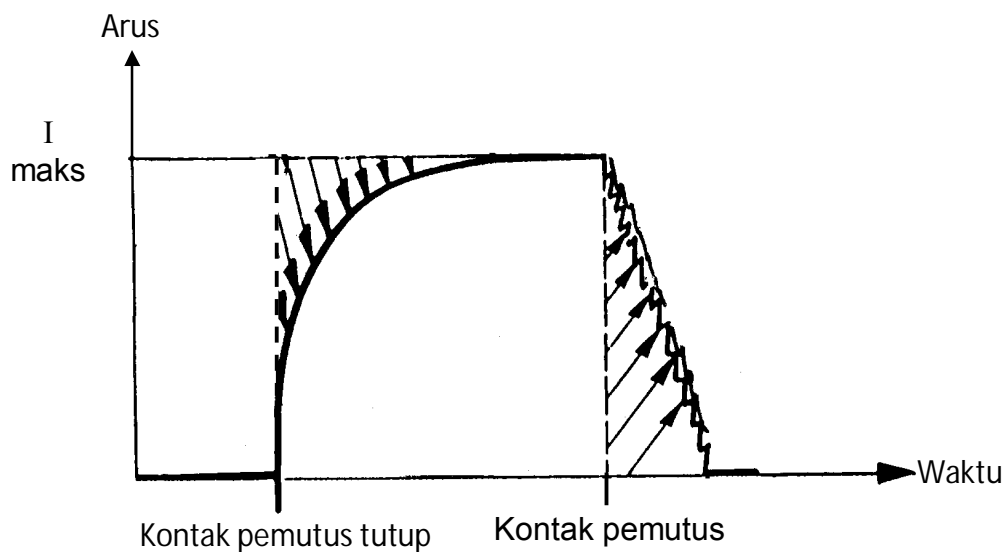
Akibatnya terjadi induksi pada :
- Kumparan primer
- Kumparan sekunder

Induksi pada sirkuit primer disebut " induksi diri "

Petunjuk

Bunga api yang terjadi pada saat memutuskan suatu sirkuit arus selalu disebabkan karena induksi diri

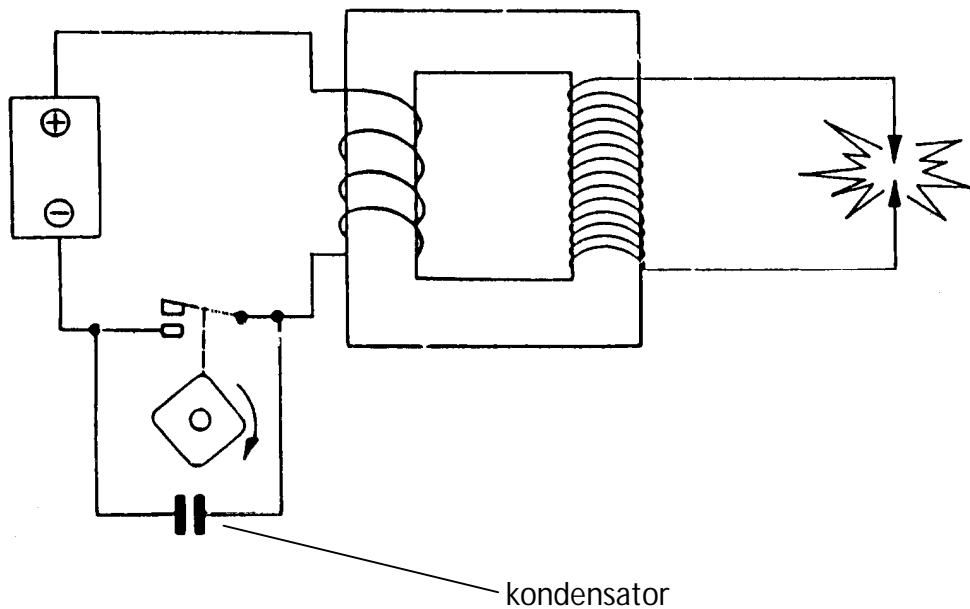
Gambar 4.24. Efek induksi diri 2

Sifat-sifat induksi diri

- Tegangannya bisa melebihi tegangan sumber arus, pada sistem pengapian tegangannya ≈ 300 - 400 Volt
- Arus induksi diri adalah **penyebab** timbulnya bunga api pada kontak pemutus
- Arah tegangan induksi diri selalu **menghambat** perubahan arus primer

Gambar 4.25. Grafik induksi diri

- kontak pemutus tutup, induksi diri memperlambat arus primer mencapai maksimum
- kontak pemutus buka, induksi diri memperlambat pemutusan arus primer, akibat adanya loncatan bunga api pada kontak pemutus

Sistem pengapian dengan kondensator

Pada sistem pengapian, kondensator dihubungkan secara paralel dengan kontak pemutus.

Gambar 4.26. Penambahan kondensator untuk menghilangkan efek induksi diri

Cara kerja :

Pada saat kontak pemutus mulai membuka, arus induksi diri diserap kondensator

Akibatnya :

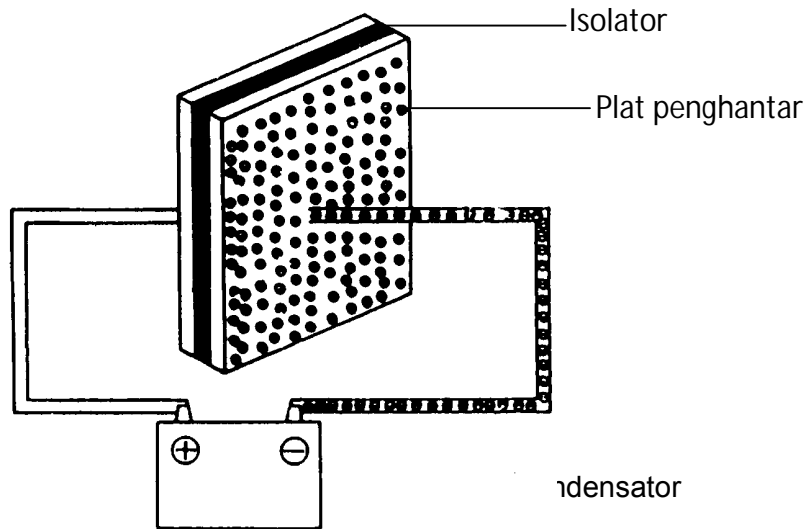
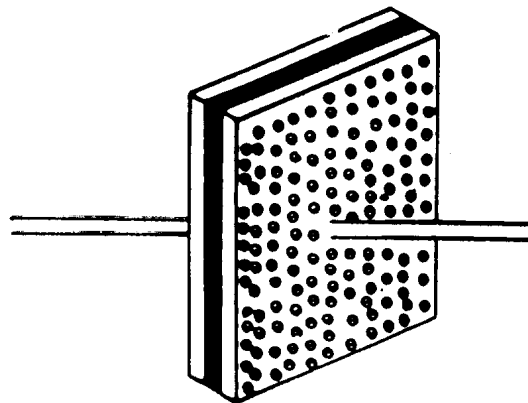
a) Tidak terjadi loncatan bunga api pada kontak pemutus.

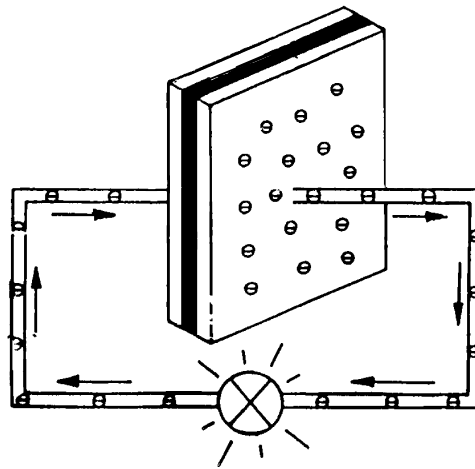
b) Arus primer diputus dengan cepat (medan magnet jatuh dengan cepat).

c) Tegangan induksi pada sirkuit sekunder tinggi, bunga api pada busi kuat.

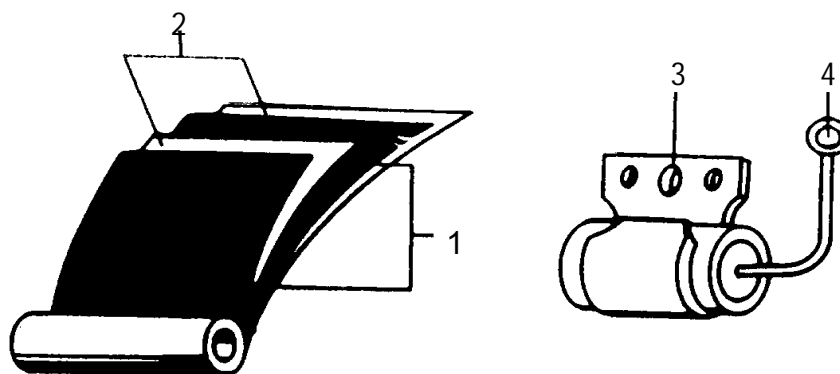
(Tegangan induksi tergantung pada kecepatan perubahan kemagnetan).

Prinsip kerja kondensator

Kondensator terdiri dari dua plat penghantar yang terpisah oleh foli isolator, waktu kedua plat bersinggungan dengan tegangan listrik, plat negatif akan terisi elektron-elektron

Jika sumber tegangan dilepas, elektron-elektron masih tetap tersimpan pada plat kondensator ∗ ada penyimpanan muatan listrik

Gambar 4.28. Penyimpanan muatan kondensator

Jika kedua penghantar yang berisi muatan listrik tersebut dihubungkan, **maka akan terjadi penyeimbangan arus, lampu menyala lalu padam.**

Gambar 4.29. Pelepasan muatan kondensator

Kondensator pada sistem pengapian

Pada sistem pengapian konvensional pada mobil umumnya menggunakan kondensator model gulung

Gambar 4.30. Konstruksi kondensator pengapian

Bagian-bagian :

1. Dua foli aluminium
2. Dua foli isolator
3. Rumah sambungan massa
4. Kabel sambungan positif

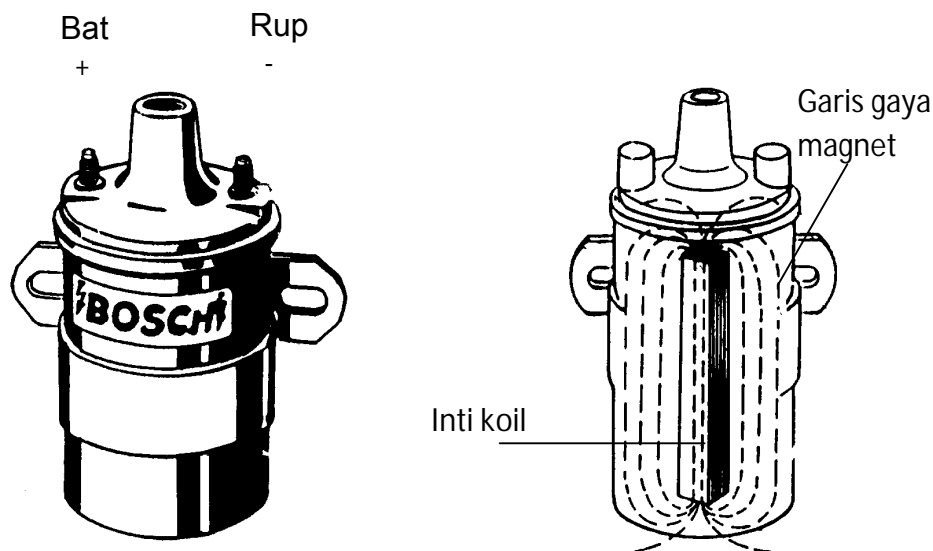
Data :

Kapasitas 0,1 – 0,3 μf

kemapuan isulator ≈ 500 volt

Koil dan Tahanan Ballast

Kegunaan koil :
Untuk mentransformasikan tegangan baterai menjadi tegangan tinggi pada sistem pengapian.

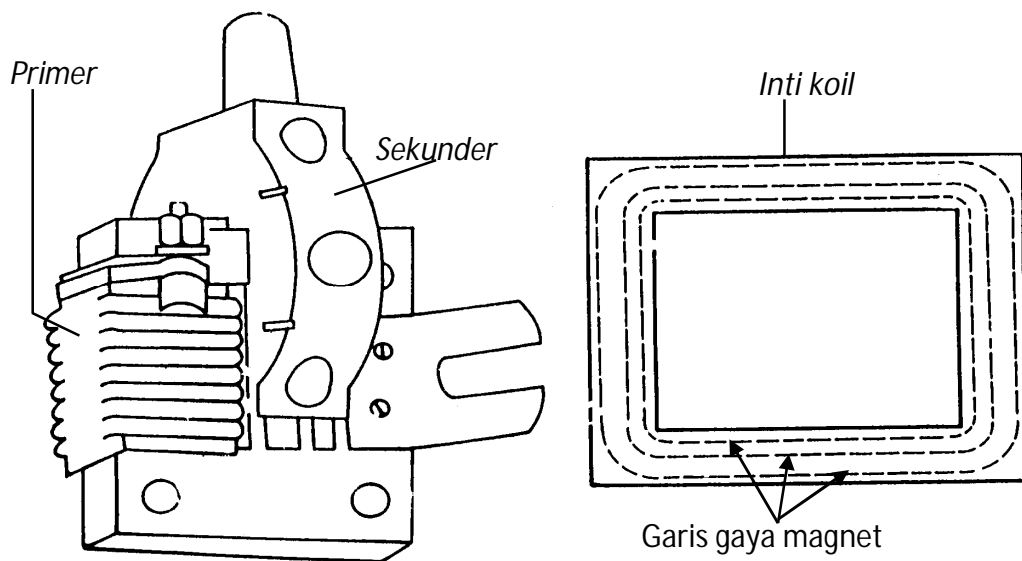
Koil inti batang (standart)

Gambar 4.31. Coil inti batang

Keuntungan :

Konstruksi sederhana dan ringkas

Kerugian :

Garis gaya magnet tidak selalu mengalir dalam inti besi, garis gaya magnet pada bagian luar hilang, maka kekuatan / daya magnet berkurang

Koil dengan inti tertutup

Gambar 4.32. Coil inti tertutup

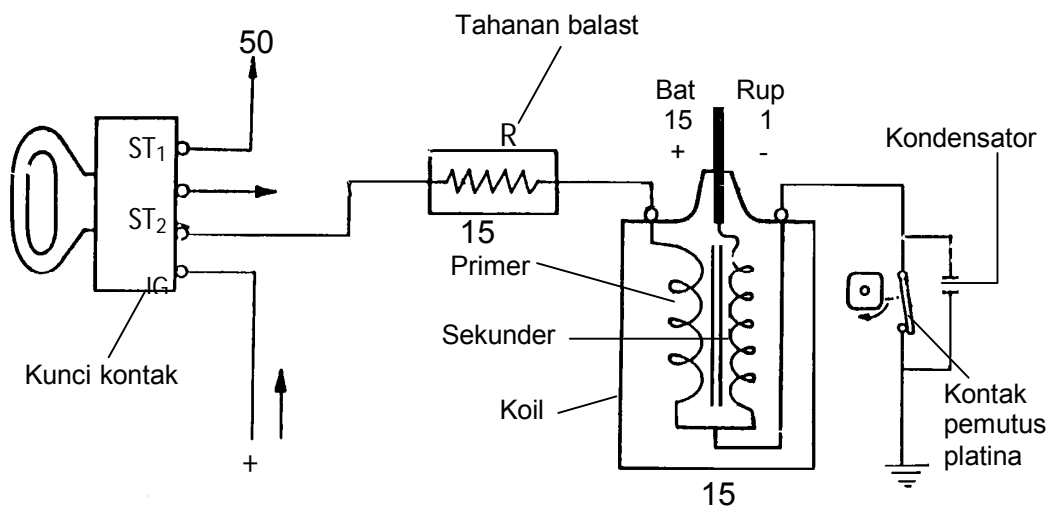
Keuntungan :

Garis gaya magnet selalu mengalir dalam inti besi ∗ daya magnet kuat ∗ hasil induksi besar

Kerugian :

Sering terjadi gangguan interferensi pada radio tape dan TV yang dipasang pada mobil / juga di rumah (TV)

Koil dengan tahanan ballast

- Rangkaian prinsip

Gambar 4.33. Skema pengapian dengan tahanan balast

Persyaratan perlu/tidaknya koil dirangkai dengan tahanan ballast

Pada sistem pengapian konvensional yang memakai kontak pemutus, arus primer tidak boleh lebih dari 4 amper, untuk mencegah :

- Keausan yang cepat pada kontak pemutus
- Kelebihan panas yang bisa menyebabkan koil meledak (saat motor mati kunci kontak ON)

Dari persyaratan ini dapat dicari tahanan minimum pada sirkuit primer

$$R \;\; min = \frac{U}{I \;\; maks} = \frac{12}{4} = 3 \;\; \Omega$$

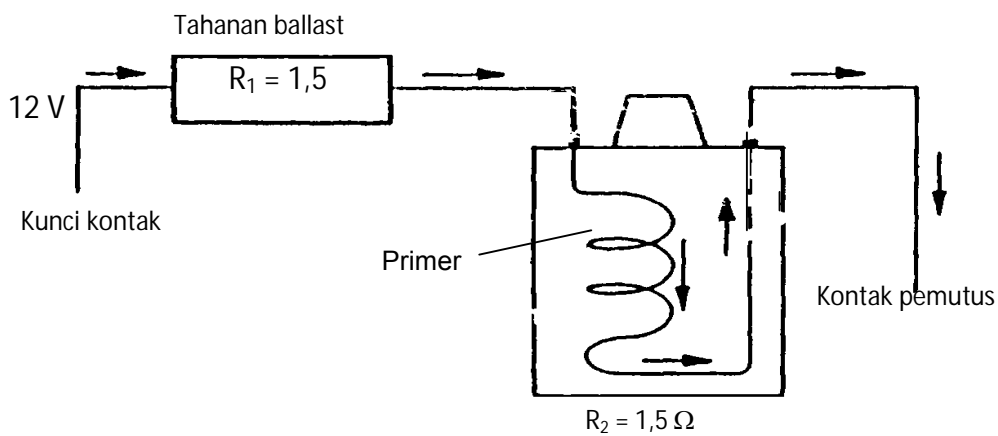
Jadi jika tahanan sirkiut primer koil < 3 Ω, maka koil harus dirangkai dengan tahanan ballast

Catatan :

Untuk pengapian elektronis tahanan primer koil dapat kurang dari 3 ohm.

Contoh : Tahanan rangkaian primer 0,9 - 1 Ohm dan dirangkai tanpa tahanan ballast.

Kegunaan tahanan ballast

- Pembatas arus primer (contoh)

Arus max. yang diperbolehkan ≈ 4 A

Gambar 4.34. Perhitungan tahana balast

U = 12V

I = 4 A

R_2 = 1,5 Ohm

R_1 = ……Ohm ?

$$R = \frac{U}{I}\, maks = \frac{12}{4} = 3\ \Omega$$

R_1 dan R_2 seri maka “ $R = R_1 + R_2$

$R_1 = R - R_2 = 3 - 1,5 = 1,5\ \Omega$

- Kompensasi panas

Pada koil yang dialiri arus, timbul panas akibat daya listrik.

Dengan menempatkan tahanan ballast diluar koil, dapat memindahkan sebagian panas diluar koil, untuk mencegah kerusakan koil

Kuat arus yang mengalir pada koil I = 4 A

Tahanan primer (R_2) = 1,5 Ω

Tahanan ballast (R_1) = 1,5 Ω

Daya panas pada koil

P. koil = $I^2 \cdot R^2 = 4^2 \cdot 1,5$

= 24 watt

Daya panas pada tahanan ballast

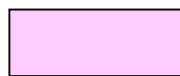
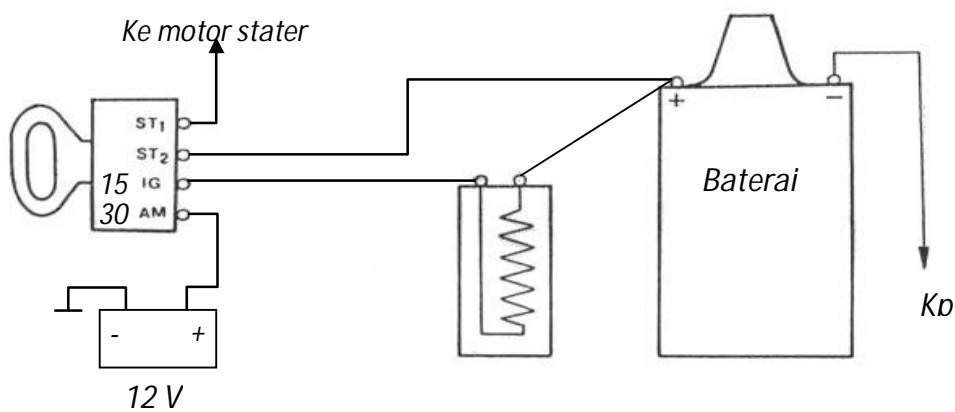
P.ballast = $I^2 R^1 = 4^2 \cdot 1,5$

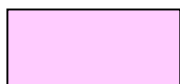
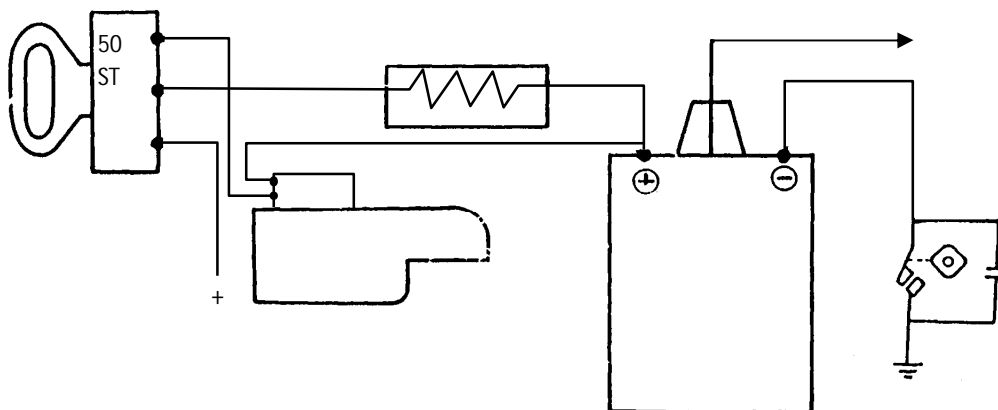
= 24 watt

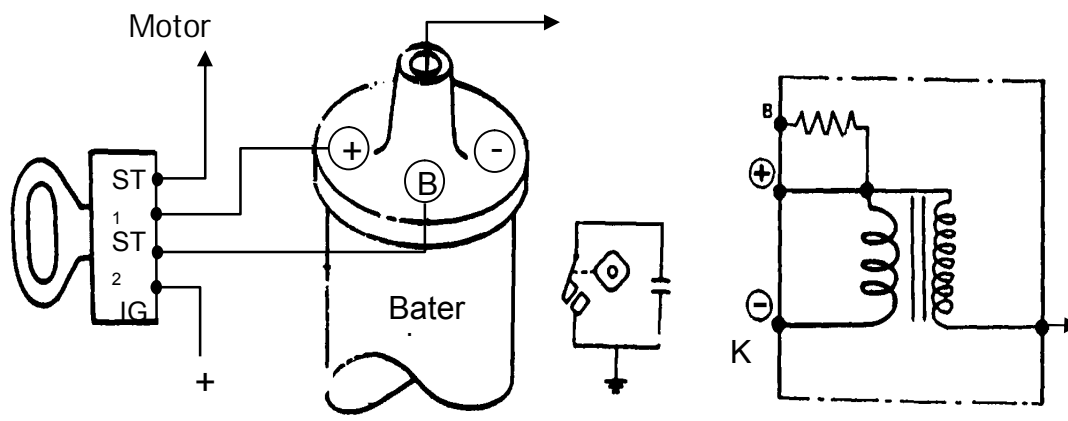
Rangkaian penambahan start

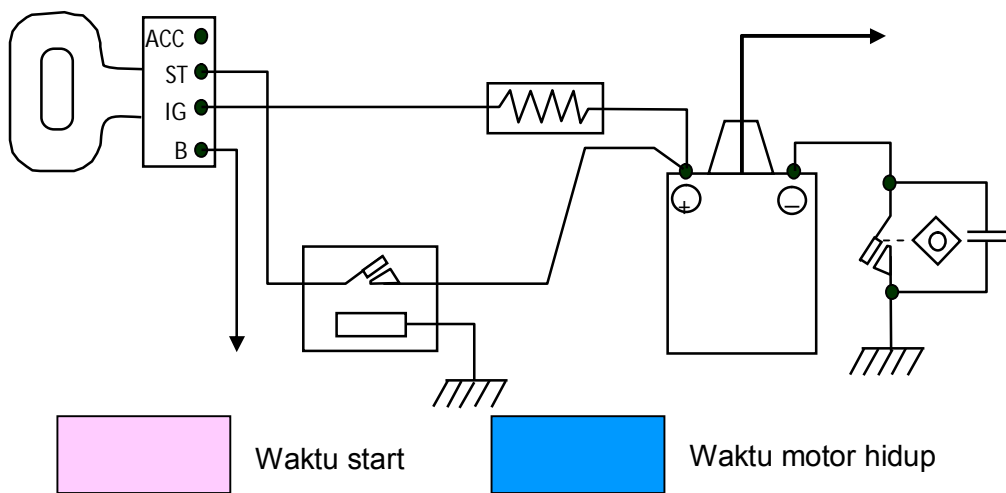
Selama motor distart, tegangan baterai akan turun karena penggunaan beban starter. Akibatnya, kemampuan pengapian berkurang.

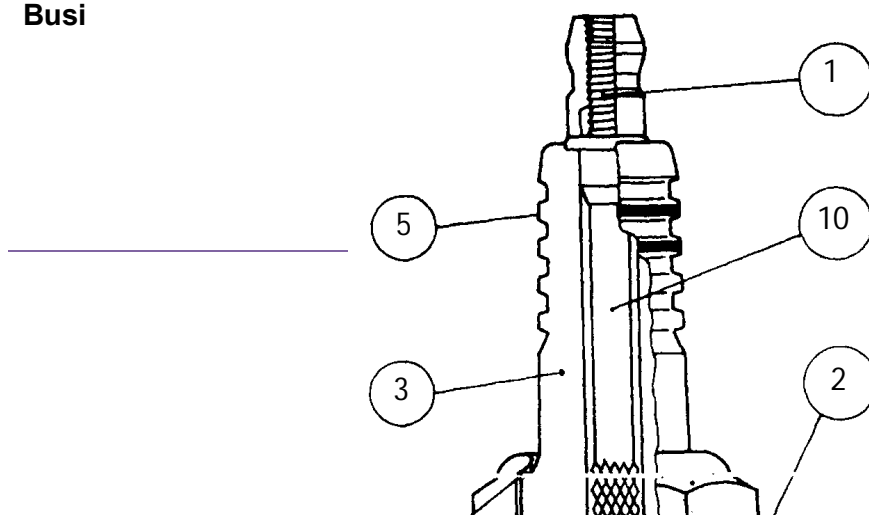
Untuk mengatasi hal tersebut koil dapat dihubungkan langsung dengan tegangan baterai selama motor distater.

Contoh : Penambahan start melalui terminal ST 2 pada kuci kontak

Gambar 4.35. Rangkaian bantu start lewat kunci kontak

Contoh : Penambahan start melalui terminal motor starter

Gambar 4.36. Rangkaian bantu start lewat solenoit stater

Contoh : Tahanan ballast di dalam koil (mis : Toyota Kijang)

Gambar 4.37. Tahanan balast di dalam coil

Contoh : Penambahan Start Dengan Menggunakan Relay

Gambar 4.38. Rangkaian bantu start dengan relay

Busi

Gambar 4.39. Konstruksi Busi

Bagian-bagian

1. Terminal
2. Rumah busi
3. Isolator
4. Elektrode (paduan nikel)
5. Perintang rambatan arus
6. Rongga pemanas
7. Elektrode massa (paduan nikel)
8. Cincin perapat
9. Celah elektrode
10. Baut sambungan
11. Cincin perapat
12. Penghantar

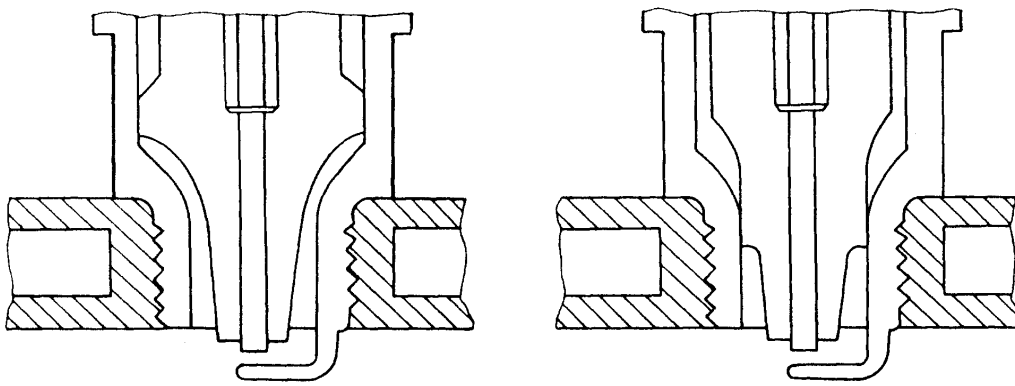
Beban dan tuntutan pada busi

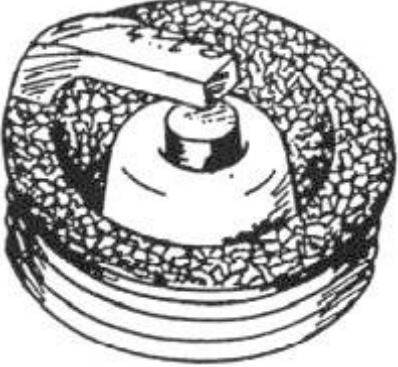
Beban	Hal – hal yang dituntut
Panas • Temperatur gas didalam ruang bakar berubah, temperatur pada pembakaran 2000 - 3000^{0}C dan waktu pengisian 0 – 120^{0}C	• Elektode pusat dan isolator harus tahan terhadap temperatur tinggi ≈ 800^{0}C • Cepat memindahkan panas sehingga temperatur tidak lebih dari 800^{0}C
Mekanis • Tekanan pembakaran 30 – 50 bar	• Bahan harus kuat • Konstruksi harus rapat
Kimia • Erosi bunga api • Erosi pembakaran • Kotoran	• Bahan Elektroda harus tahan temperatur tinggi (nikel, platinum) • Bahan kaki isolator yang cepat mencapai temperatur pembersih diri (± 400^{0}C)
Elektris • Tegangan pengapian mencapai 25000 Volt	• Bentuk kaki isolator yang cocok sehingga jarak elektroda pusat ke masa jauh • Konstruksi perintang arus yang cocok

Nilai Panas

Nilai panas busi adalah suatu indeks yang menunjukkan jumlah panas yang dapat dipindahkan oleh busi

Kemampuan busi menyerap dan memindahkan panas tergantung pada bentuk kaki isolator / luas permukaan isolator

Nilai panas harus sesuai dengan kondisi operasi mesin

Gambar 4.40. Konstruksi nilai panas busi

Busi panas

- Luas permukaan kaki isolator besar
- Banyak menyerap panas
- Lintasan pemindahan panas panjang, akibatnya pemindahan panas sedikit

Busi dingin

- Luas permukaan kaki isolator kecil
- Sedikit menyerap panas
- Lintasan pemindahan panas pendek, cepat menimbulkan panas

Permukaan muka busi

Permukaan muka busi menunjukkan kondisi operasi mesin dan busi

<table>
<tr>
<td></td>
<td>Normal

Isolator berwarna kuning atau coklat muda

Puncak isolator bersih, permukaan rumah isolator kotor berwarna coklat muda atau abu – abu ,
Kondisi kerja mesin baik
Pemakaian busi dengan nilai panas yang tepat</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Terbakar

Elektrode terbakar, pada permukaan kaki isolator ada partikel-partikel kecil mengkilat yang menempel

Isolator berwarna putih atau kuning

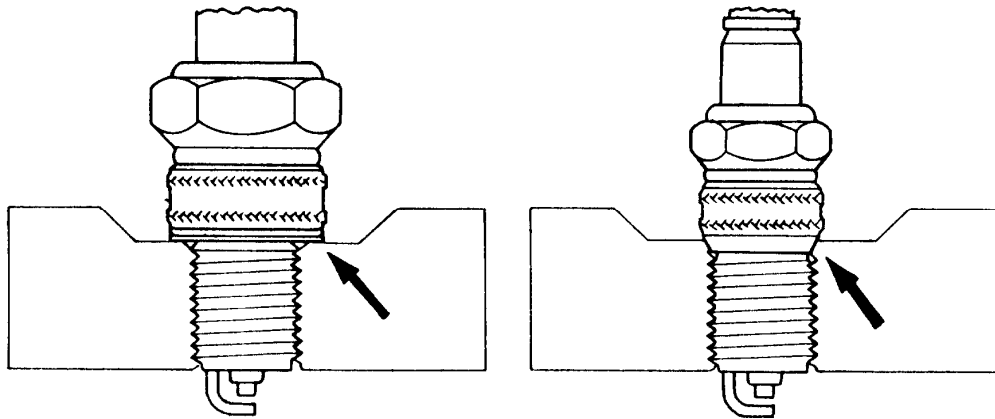
Penyebab :
Nilai oktan bensin terlalu rendah
Campuran terlalu kurus
Knoking (detonasi)
Saat pengapian terlalu awal
Tipe busi yang terlalu panas</td>
</tr>
</table>

Gambar 4.41. Kondisi busi 1

	Berkerak karena oli Kaki isolator dan elektroda sangat kotor. Warna kotoran coklat **Penyebab :** • Cincin torak aus • Penghantar katup aus • Pengisapan oli melalui sistem ventilasi karter
	Berkerak karbon / jelaga Kaki isolator, elektroda-elektroda, rumah busi berkerak jelaga **Penyebab :** • Campuran terlalu kaya • Tipe busi yang terlalu dingin
	Isolator retak **Penyebab :** • Jatuh • Kelemahan bahan • Bunga api dapat meloncat dari isolator langsung ke massa

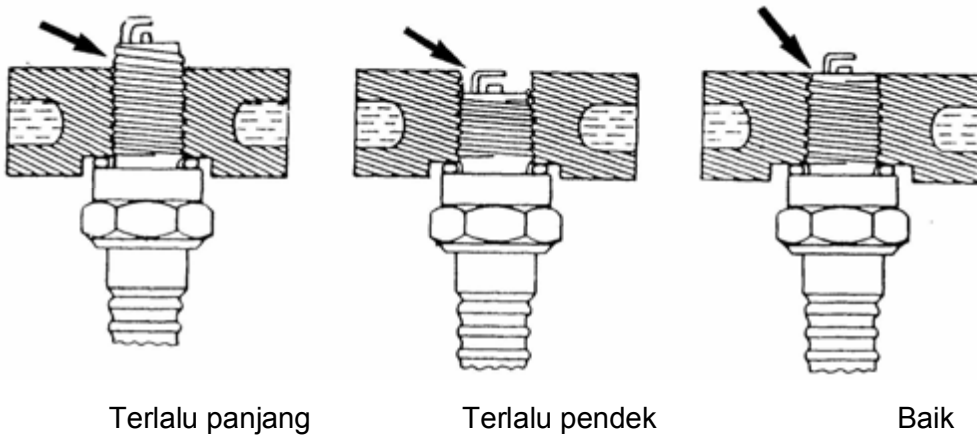
Gambar 4.42. Kondisi busi 2

Dudukan

Penggunaan cincin perapat antara busi dan kepala silinder tergantung pada tipe motor

Dudukan rata, harus dipasang cincin perapat

Dudukan bentuk konis, tanpa cincin perapat

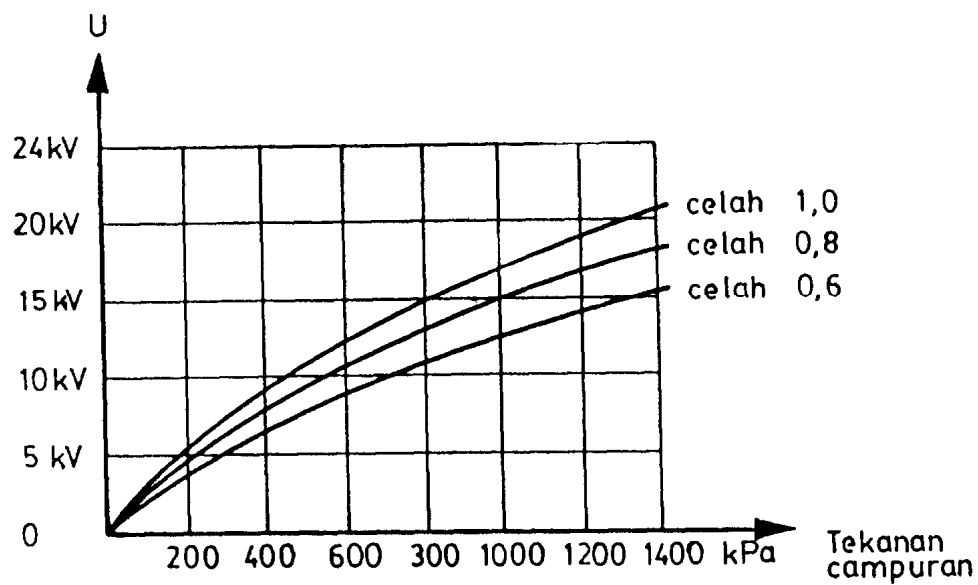
Ulir

Panjang ulir busi harus sesuai dengan panjang ulir kepala silinder

Terlalu panjang   Terlalu pendek   Baik

Gambar 4.44. Kondisi pemasangan ulir busi

Celah elektroda busi dan tegangan pengapian

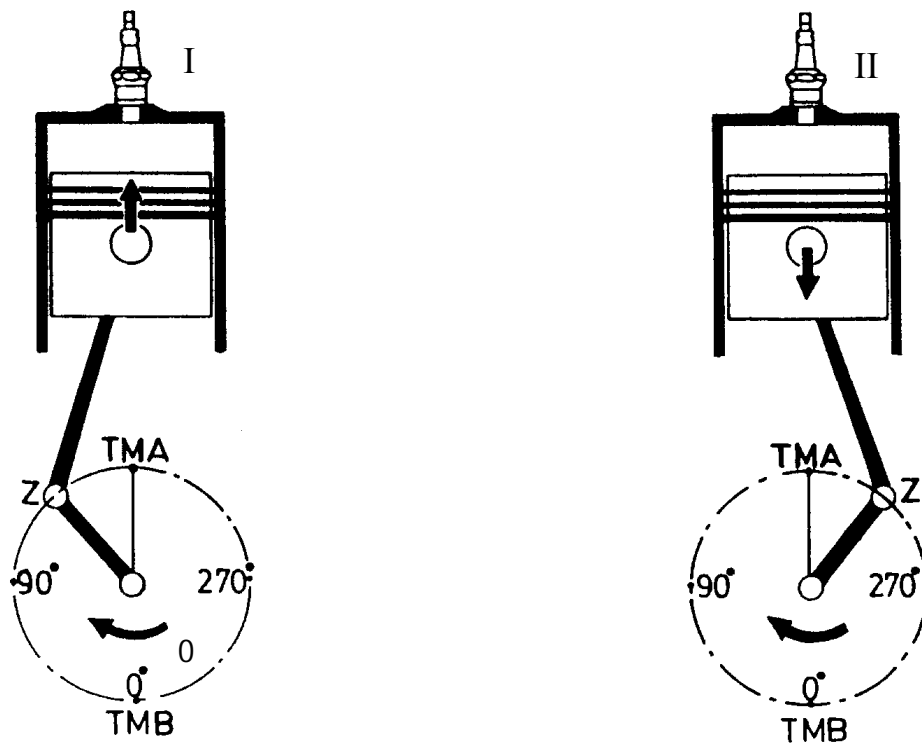
Celah elektroda busi mempengaruhi kebutuhan tegangan pengapian

- Celah elektroda besar ....► tegangan pengapian besar
- Celah elektroda kecil ....► tegangan pengapian kecil

Gambar 4.45. Grafik pengaruh celah elektroda busi terhadap tegangan

Contoh

Pada tekanan campuran 1000 kpa (10 bar)

- Celah elektrode 0,6 mm ....► tegangan pengapian 12,5 kv
- Celah elektrode 0,8 mm ....► tegangan pengapian 15 kv
- Celah elektrode 1 mm ....► tegangan pengapian 17,5 kv

Saat Pengapian

Gambar 4.46. Saat pengapian

Pengapian terjadi sebelum torak

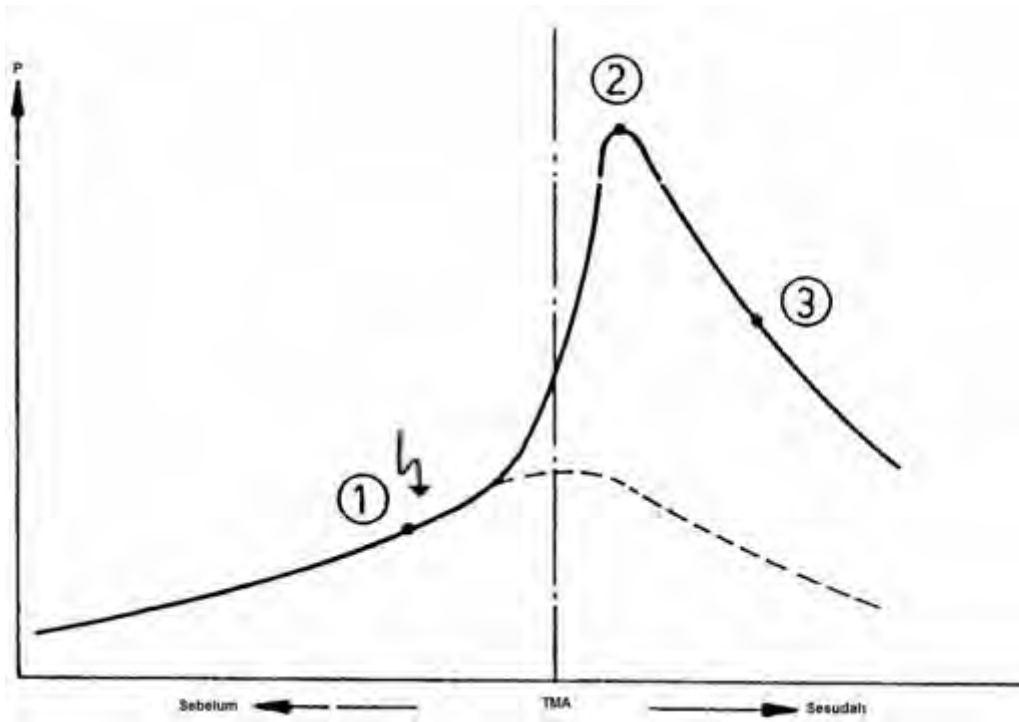
Mencapai TMA (pengapian awal)

Pengapian terjadi setelah torak melewati TMA (pengapian lambat)

Saat pengapian adalah saat busi meloncatkan bunga api untuk mulai pembakaran, saat pengapian diukur dalam derajat poros engkol (^{0}pe) sebelum atau sesudah TMA

Persyaratan saat pengapian

Mulai saat pengapian sampai proses pembakaran selesai diperlukan waktu tertentu.

Waktu rata – rata yang diperlukan selama pembakaran ≈ 2 ms (mili detik)

Gambar 4.47. Grafik tekanan dalam silinder

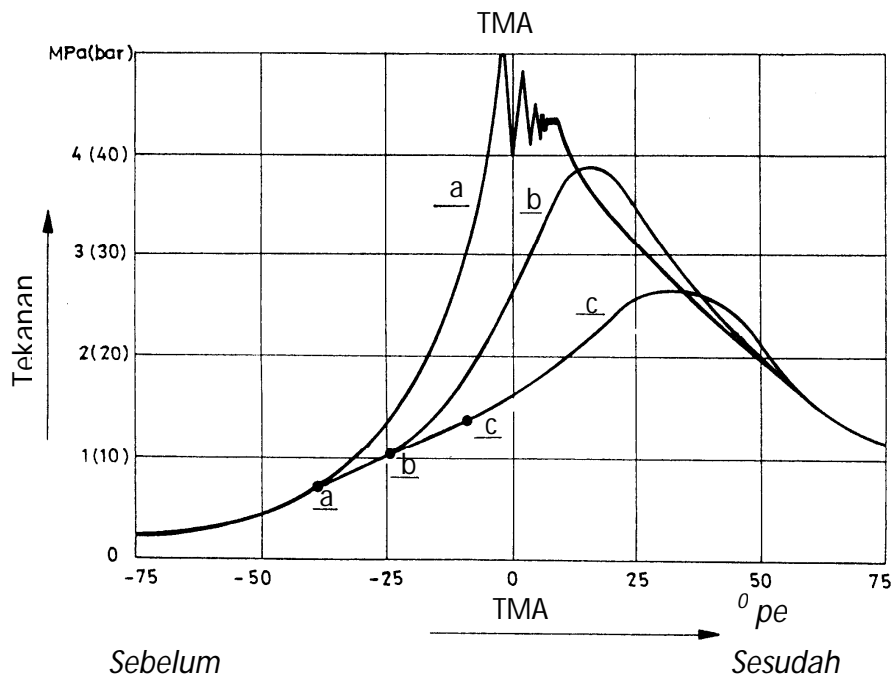
1. Saat pengapian
2. Tekanan pembakaran maksimum
3. Akhir pembakaran

a) Usaha yang efektif

Untuk mendapatkan langkah usaha yang paling efektif, tekanan pembakaran maksimum harus dekat sesudah TMA

b) Saat pengapian yang tepat

Agar tekanan pembakaran maksimum dekat sesudah TMA saat pengapian harus ditempatkan sebelum TMA

Saat pengapian dan daya motor

Gambar 4.48. Grafik saat pengapian dan daya motor

a. Saat pengapian terlalu awal

Mengakibatkan detonasi / knoking, daya motor berkurang, motor menjadi panas dan menimbulkan kerusakan (pada torak, bantalan dan busi)

b. Saat pengapian tepat

Menghasilkan langkah usaha yang ekonomis, daya motor maksimum

c. Saat pengapian terlalu lambat

Menghasilkan langkah usaha yang kurang ekonomis / tekanan pembakaran maksimum jauh sesudah TMA, daya motor berkurang, boros bahan bakar

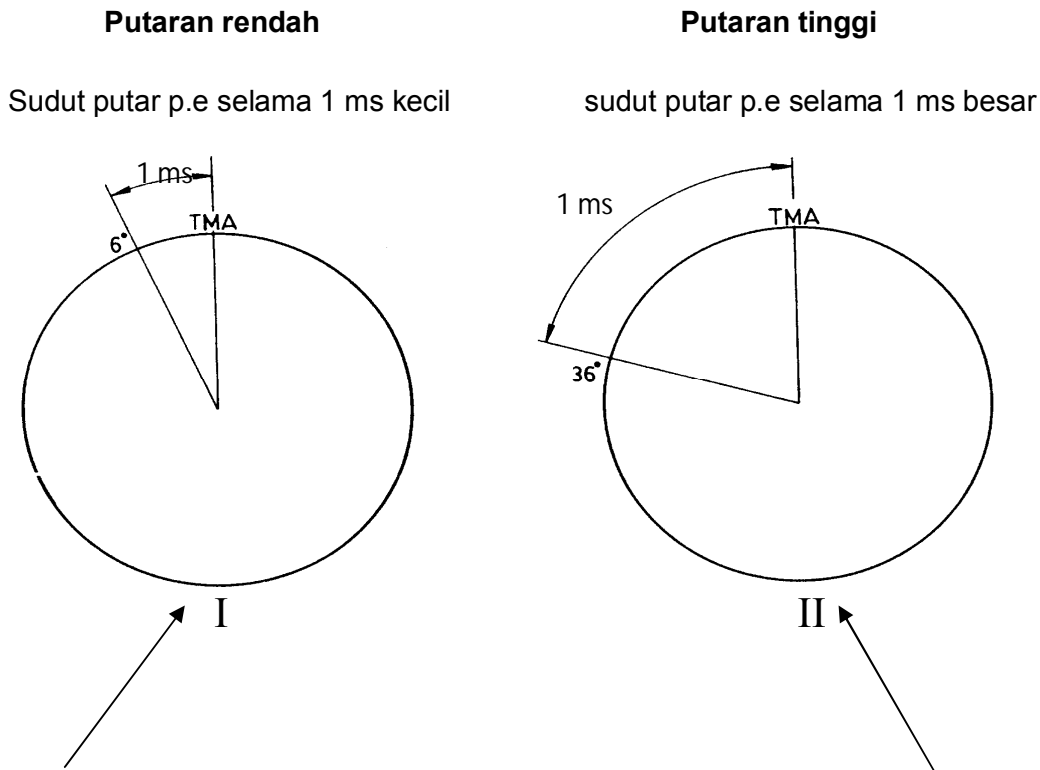
Hubungan saat pengapian dengan putaran motor

Supaya akhir pembakaran dekat sesudah TMA, saat pengapian harus ≈ 1 ms sebelum TMA. Untuk menentukan saat pengapian yang sesuai dalam derajat p.e, kita harus memperhatikan kecepatan putaran motor

Contoh :

Putaran rendah | **Putaran tinggi**

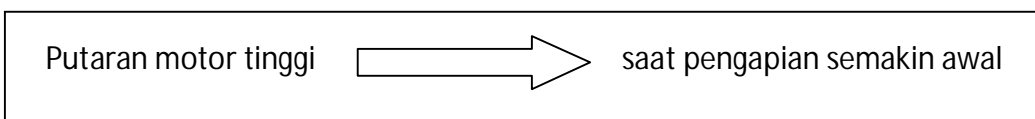
Sudut putar p.e selama 1 ms kecil

sudut putar p.e selama 1 ms besar

Gambar 4.49. Perubahan sudut saat pengapian

000 rpm	Putaran motor	6000 rpm
60 ms	Waktu untuk 1 putaran p.e	10 ms
6^0 pe	Sudut putar selama 1 ms	36^0p.e

Kesimpulan :

Supaya akhir pembakaran tetap dekat TMA, saat pengapian harus disesuaikan pada putaran motor :

Putaran motor tinggi ⇒ saat pengapian semakin awal

Pada beban rendah, pembentukan campuran setelah langkah kompresi masih kurang homogen karena :

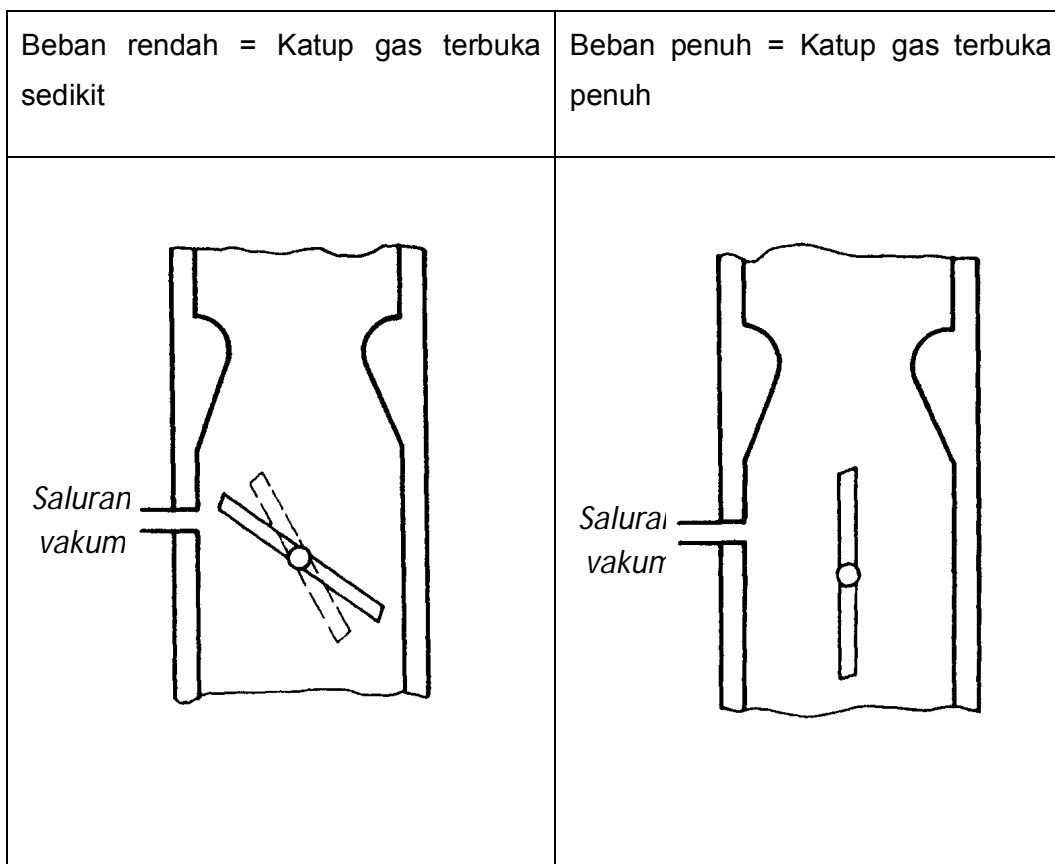
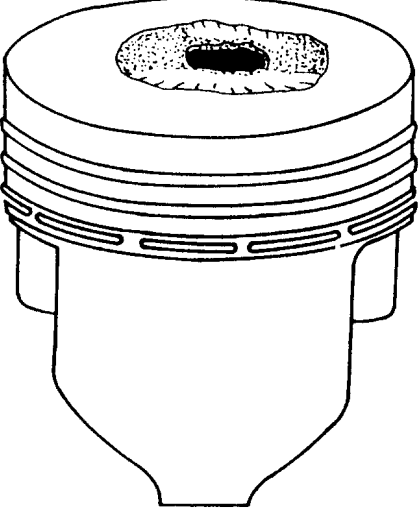
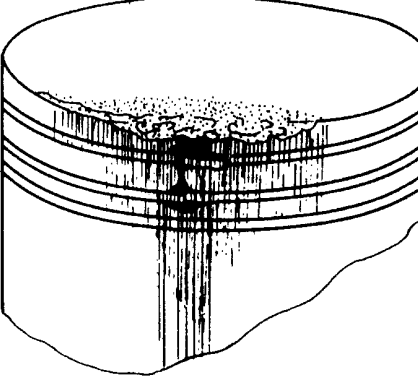
a) Pengisian silinder kurang ⟶ temperatur hasil kompresi rendah

b) Aliran gas dalam silinder pelan ⟶ tolakan kurang

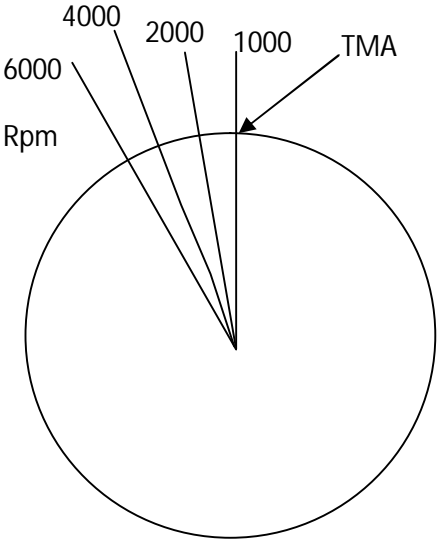
Akibatnya : waktu bakar menjadi lebih lama dari pada ketika beban penuh

Agar mendapatkan akhir pembakaran tetap dekat sesudah TMA, maka pada beban rendah saat pengapian harus lebih awal daripada waktu beban penuh

Petunjuk :

Beban rendah = Katup gas terbuka sedikit	Beban penuh = Katup gas terbuka penuh

Gambar 4.50. Kondisi bukaan katup gas

Saat pengapian dan nilai oktan

Jika nilai oktan bensin rendah, saat pengapian sering harus diperlambat daripada spesifikasi, untuk mencegah knoking (detonasi)

Gambar 4.51. Kondisi torak

Advans Sentrifugal

Hitunglah saat pengapian yang sesuai dalam ^{0}p.e. untuk putaran : 1000, 2000, 4000, 6000 rpm

Persyaratan saat pengapian harus tetap 0,8 ms sebelum TMA

a) n = 1000 rpm

Waktu (t) untuk 1 putaran

t = 1/n . 60 . 10^3 ms

= 1/1000 . 60 . 10^3 = 60 ms

Sudut putar p.e. dalam 1 ms

= 360/60 = 6^0 pe

Saat pengapian = 0,8 ms

Jadi T = 0,8 . 6 = ≈ 5^0 pe sebelum TMA

Gambar 4.52. Perubahan saat pengapian karena putaran

Analogi :

n = 2000 rpm → Saat pengapian ≈ 10^0 pe sebelum TMA

n = 4000 rpm → Saat pengapian ≈ 20^0 pe sebelum TMA

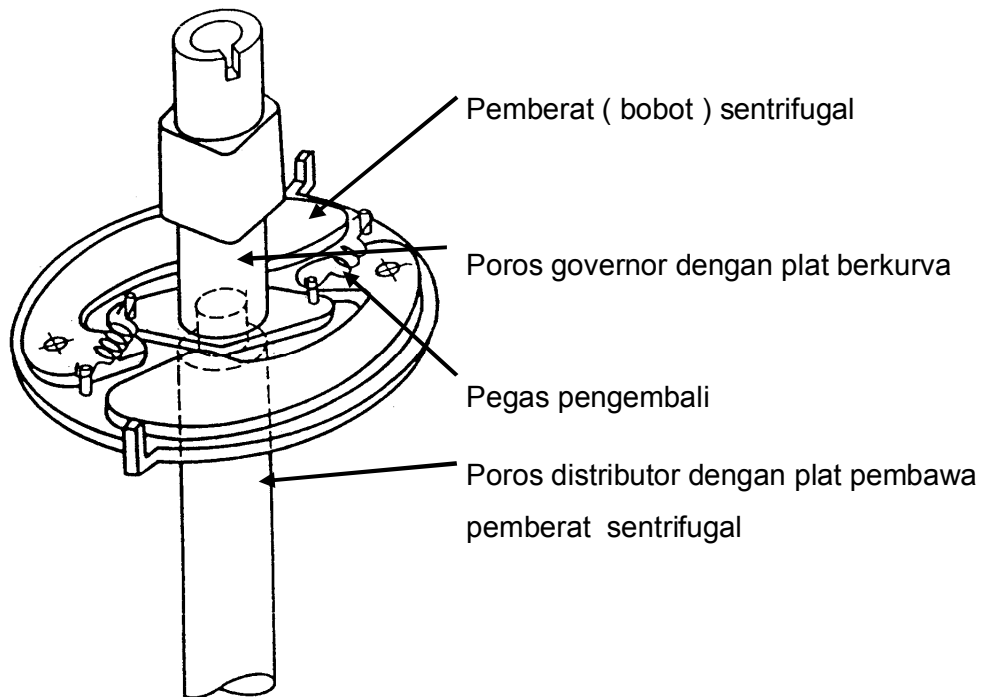
n = 6000 rpm → Saat pengapian ≈ 30^0 pe sebelum TMA

Kesimpulan

Semakin cepat putaran motor, saat pengapian semakin maju (semakin awal)

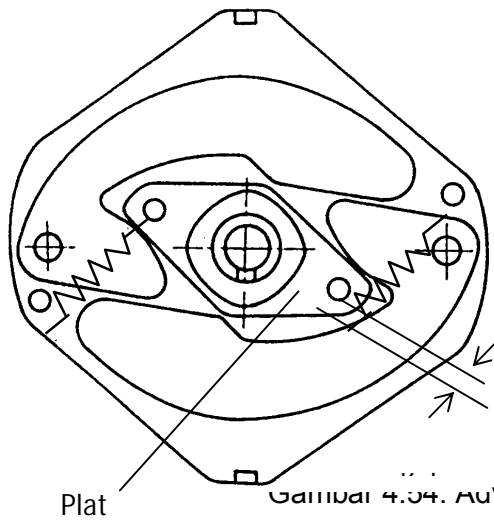
Fungsi Advans Sentrifugal (Governor)

Untuk memajukan saat pengapian berdasarkan putaran motor digunakan advans sentrifugal

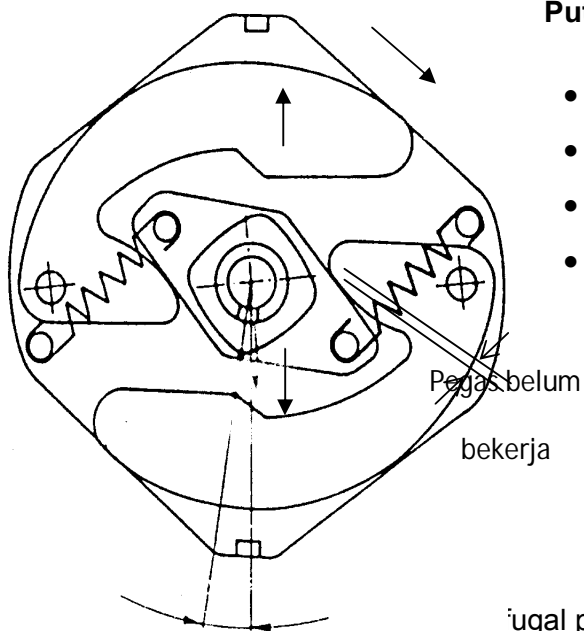
Bagian-bagian

Gambar 4.53. Konstruksi advance sentrifugal

Prinsip kerja

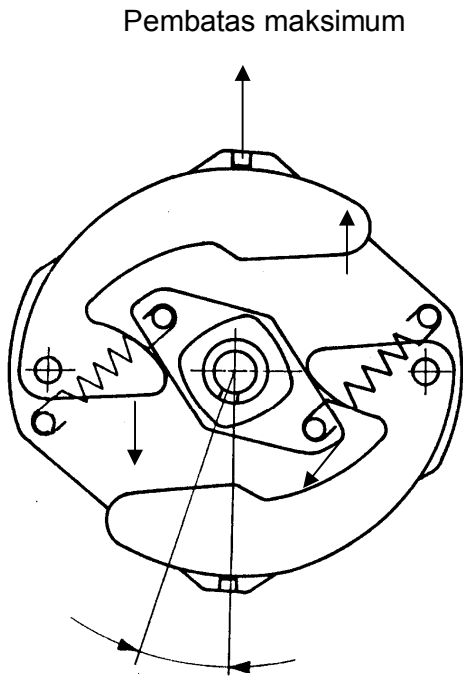
Semakin cepat putaran motor, semakin mengembang bobot-bobot sentrifugal. Akibatnya poros governor (kam) diputar lebih maju dari kedudukan semula → kontak pemutus dibuka lebih awal (saat pengapian lebih maju)

Cara kerja advans sentrifugal

Putaran idle (stasioner)

- pemberat sentrifugal belum mengembang
- plat kurva belum ditekan
- advans belum bekerja
- salah satu pegas pengembali masih longgar

Gambar 4.54. Advance sentrifugal pada saat idle

Putaran rendah s / d menengah

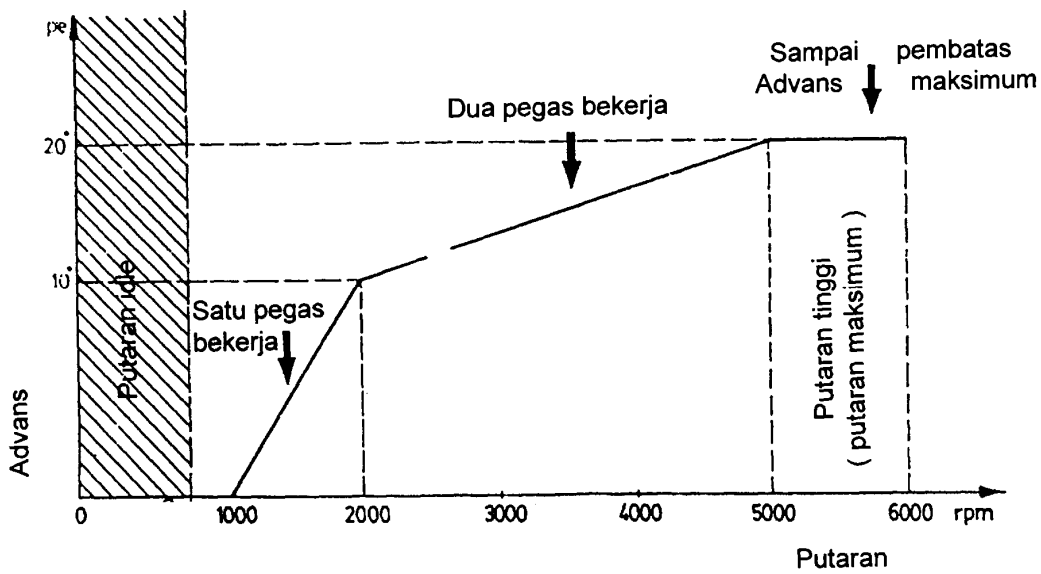
- Pemberat sentrifugal mulai mengembang
- Plat kurva mulai ditekan
- Advans sentrifugal mulai bekerja
- Hanya satu pegas pengembali yang bekerja

fugal pada saat putaran rendah - menengah

Pembatas maksimum

Putaran tinggi

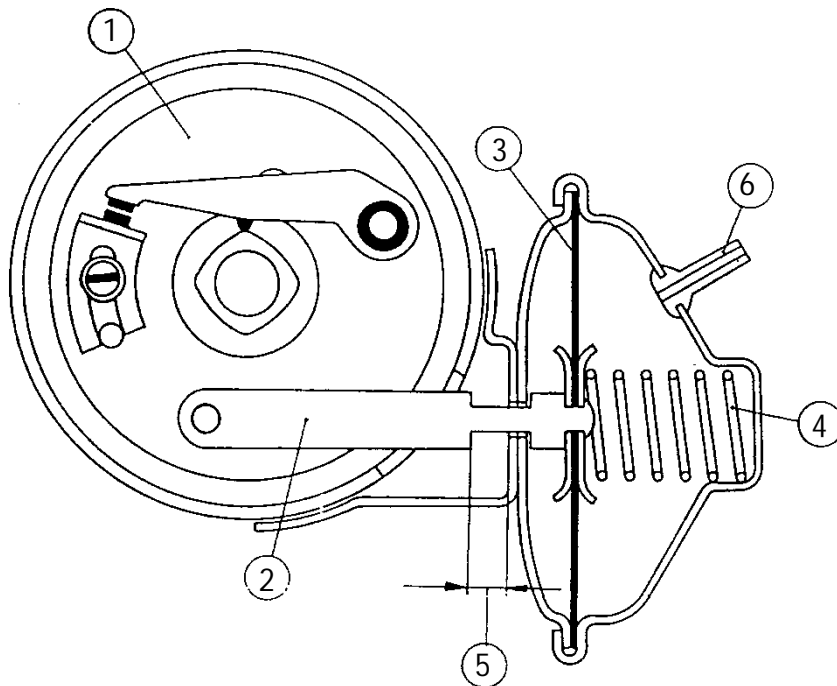
- Pemberat sentrifugal mengembang sampai pembatas maksimum
- Plat kurva ditekan
- Advans bekerja maksimum
- Kedua pegas pengembali bekerja

›ntrifugal pada saat putaran tinggi

Karakteristik kurva advans sentrifugal

Gambar 4.57. grafik advance sentrifugal

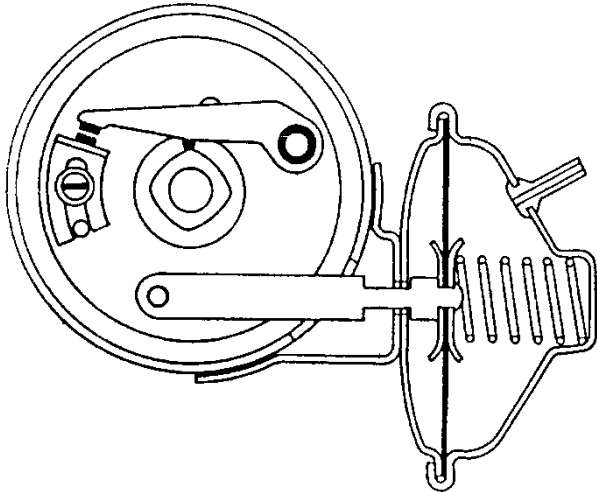
Advans Vakum

Pada beban rendah atau mencegah, kecepatan bakar rendah karena tolakan rendah, temperatur rendah, campuran kurus. Oleh karena itu waktu pembakaran menjadi lebih lama, Agar mendapatkan tekanan pembakaran maksimum tetap dekat sesudah TMA, saat pengapian harus dimajukan

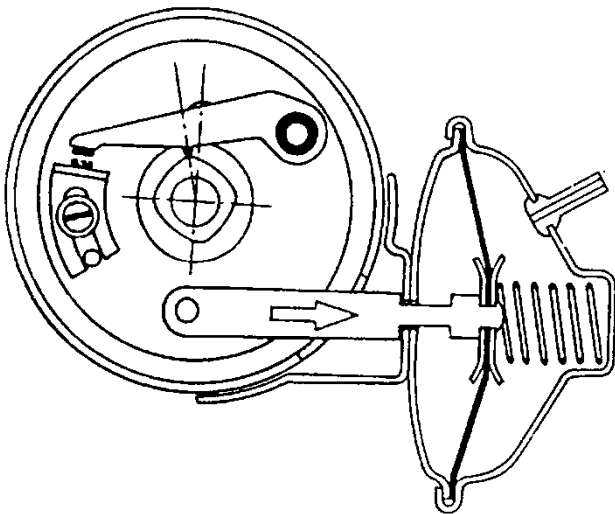
Untuk memajukan saat pengapian berdasarkan beban motor digunakan advans vakum

Bagian – bagian

1. Plat dudukan kontak pemutus yang bergerak radial
2. Batang penarik
3. Diafragma
4. Pegas
5. Langkah maksimum
6. Sambungan slang vakum

Cara Kerja Advans Vakum

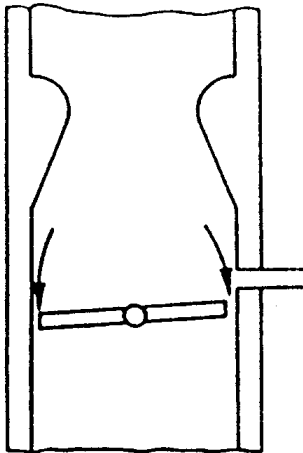
Advans vakum tidak bekerja

- (Pada saat idle dan beban penuh)
- Vakum rendah membran tidak tertarik
- Plat dudukan kontak pemutus masih tetap pada kedudukan semula
- Saat pengapian tetap

ce vakum belum bekerja

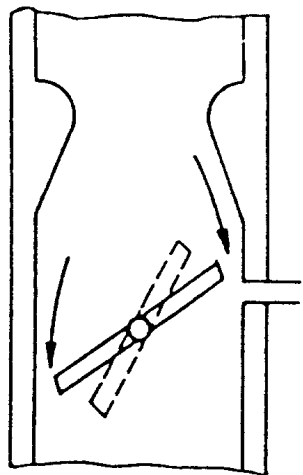
Advans vakum bekerja

- (Pada beban rendah dan menengah)
- Vakum tinggi, membran tertarik
- Plat dudukan kontak pemutus diputar maju berlawanan arah dengan putaran kam governor
- Saat pengapian semakin di majukan

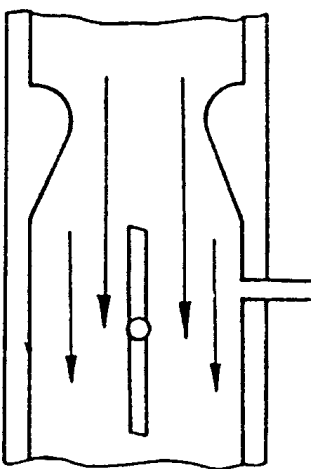
Gambar 4.[illegible]. Advance vakum bekerja

Macam – Macam Kondisi Vakum Pada Sambungan Advans Vakum

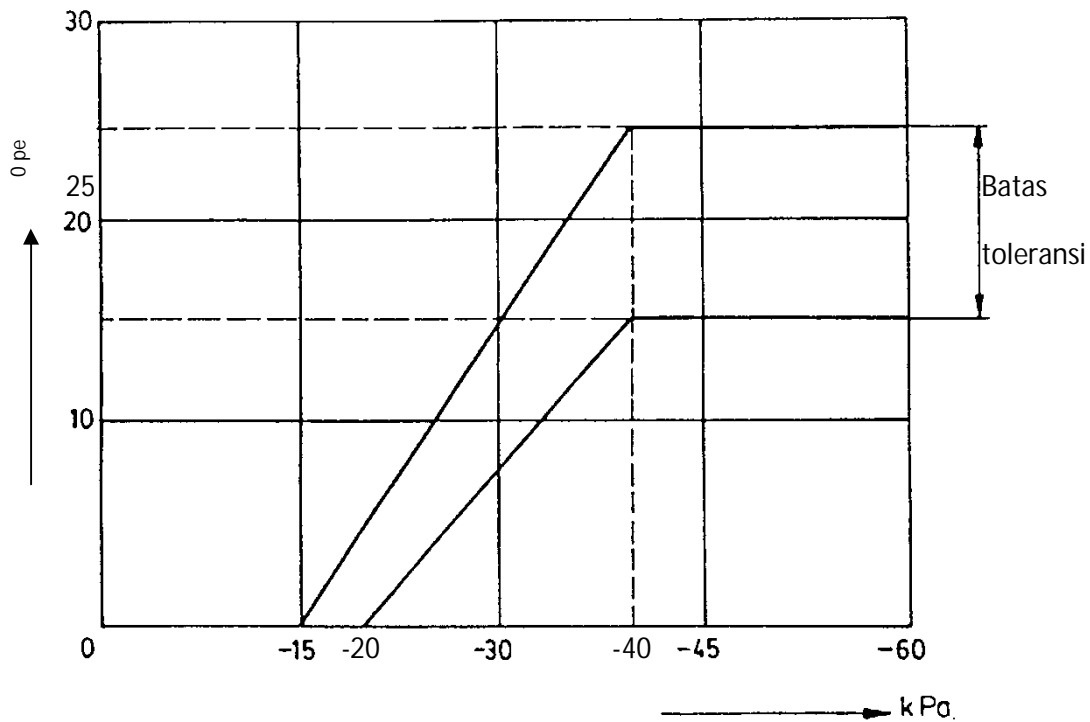
Idle

Vakum yang benar terjadi di bawah katup gas

Vakum belum mencapai daerah sambungan advans, maka advans vakum belum bekerja

Beban renc

Vakum yang besar mencapai daerah sambungan advans, maka advans vakum bekerja

Beban penı

Vakum pada daerah sambungan advans kecil, maka advans vakum tidak bekerja

Gambar 4.61. Macam macam kondisi kevakuman

Batas Toleransi Kurva Advans Vakum (Contoh Suzuki Carry / Jimny)

Gambar 4.62. Grafik advance vacum

Advans vakum :

- Mulai bekerja pada vakum *-15 – 20 Kpa*
- Bekerja maksimum pada vakum lebih dari *-40 kpa*

Catatan

Pada pemeriksaan fungsi advans vakum suatu motor, hanya didapatkan kurva yang membentuk suatu garis. Jika fungsi advans vakum baik, garis kurva tersebut berada diantara batas-batas toleransi.

Secara umum, advans maksimum mencapai 10 – 25^0 pe

4.1.3. Rangkuman

Sistem pengapian batterai dibedakan menjadi 2 yaitu: 1) Sistem pengapian batterai dan 2) Sistem pengapian magnet.

Pada sistem pengapian batterai, tegangan baterai (12 V) dinaikkan menjadi tegangan tinggi 5000 ÷ 25000 Volt dengan menggunakan transformator (Koil).

Pada sistem pengapian konvensional yang memakai kontak pemutus, arus primer tidak boleh lebih dari 4 amper, untuk mencegah :

- Keausan yang cepat pada kontak pemutus
- Kelebihan panas yang bisa menyebabkan koil meledak (saat motor mati kunci kontak ON)

Kontak pemutus pada sistem pengapian konvensional berfungsi untuk menguhungkan dan memutuskan arus primer agar terjadi induksi tegangan tinggi pada sirkuit sekunder sistem pengapian

Sifat-sifat induksi diri

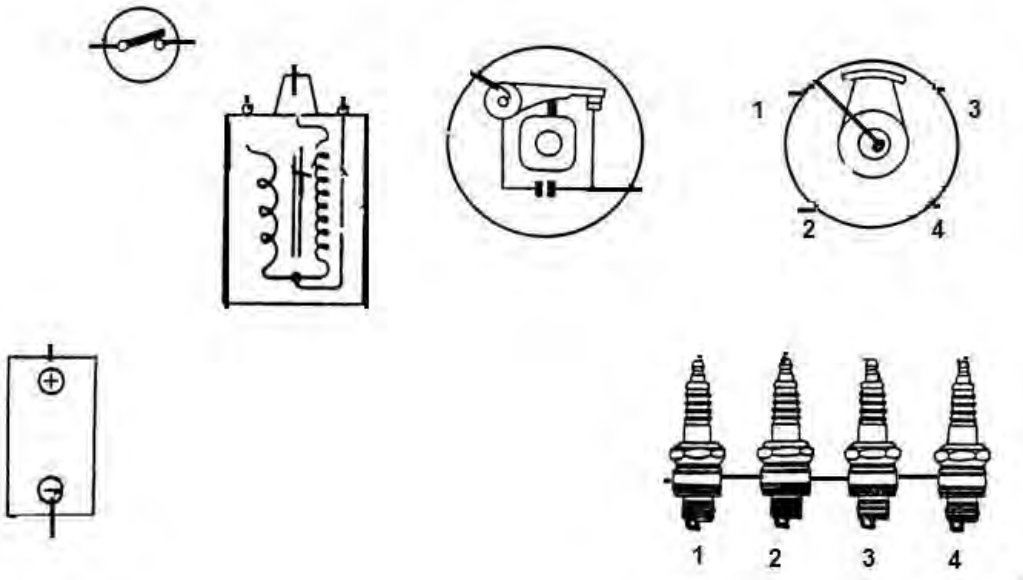
- Tegangannya bisa melebihi tegangan sumber arus, pada sistem pengapian tegangannya ≈ 300 - 400 Volt
- Arus induksi diri adalah **penyebab** timbulnya bunga api pada kontak pemutus
- Arah tegangan induksi diri selalu **menghambat** perubahan arus primer

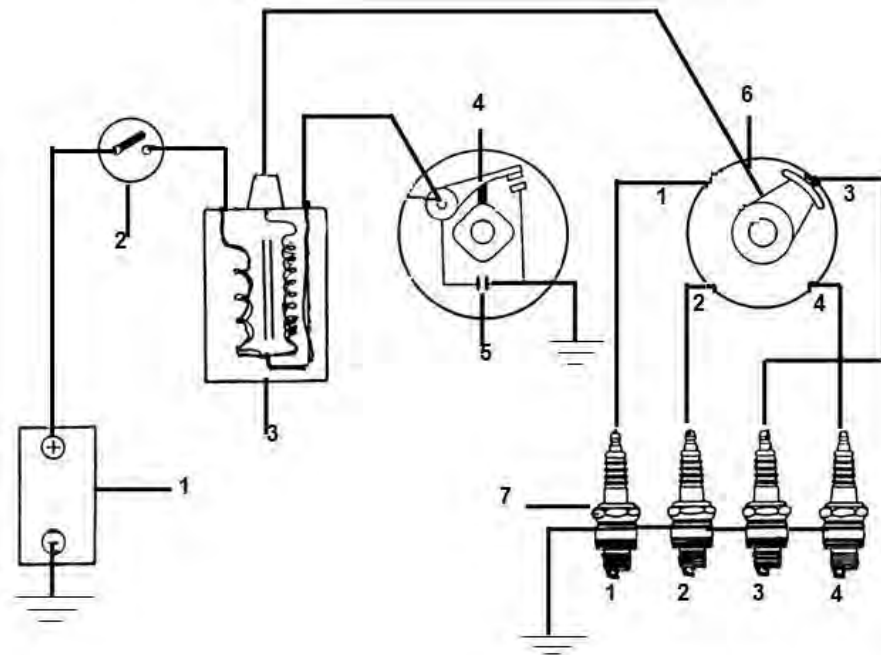
Nilai panas busi adalah suatu indeks yang menunjukkan jumlah panas yang dapat dipindahkan oleh busi

Kemampuan busi menyerap dan memindahkan panas tergantung pada bentuk kaki isolator / luas permukaan isolator

Saat pengapian adalah saat busi meloncatkan bunga api untuk mulai pembakaran, saat pengapian diukur dalam derajat poros engkol (^{0}pe) sebelum atau sesudah TMA

4.1.4.Tugas

Lengkapilah gambar rangkaian pengapian di bawah ini

4.1.5. Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1=...

2=...

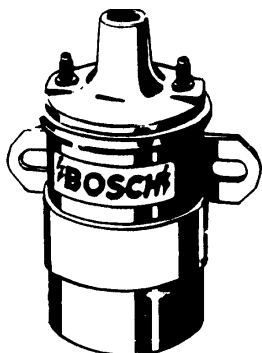
3=...

4=...

5=...

6=...

7=...

2. Di bawah ini adalah Gambar dari ....

3. Fungsi dari kontak pemutus pada sistem pengapian adalah

....

....

....

4. Kondensator pada sistem pengapian berfungsi untuk

....

....

....

5. Tahanan Balast pada sistem pengapian konvensional berfungsi untuk

....

....

....

6. Apa yang di maksud dengan nilai panas busi, jelaskan !

....

....

....

7. Jelaskan fungsi dari advance sentrifugal pada sistem pengapian

....

....

....

8. Apa fungsi coil pada sistem pengapian, jelaskan

....

....

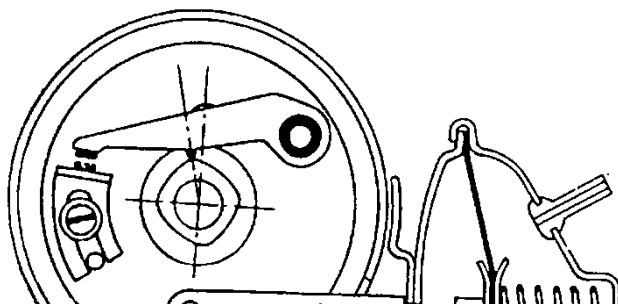
....

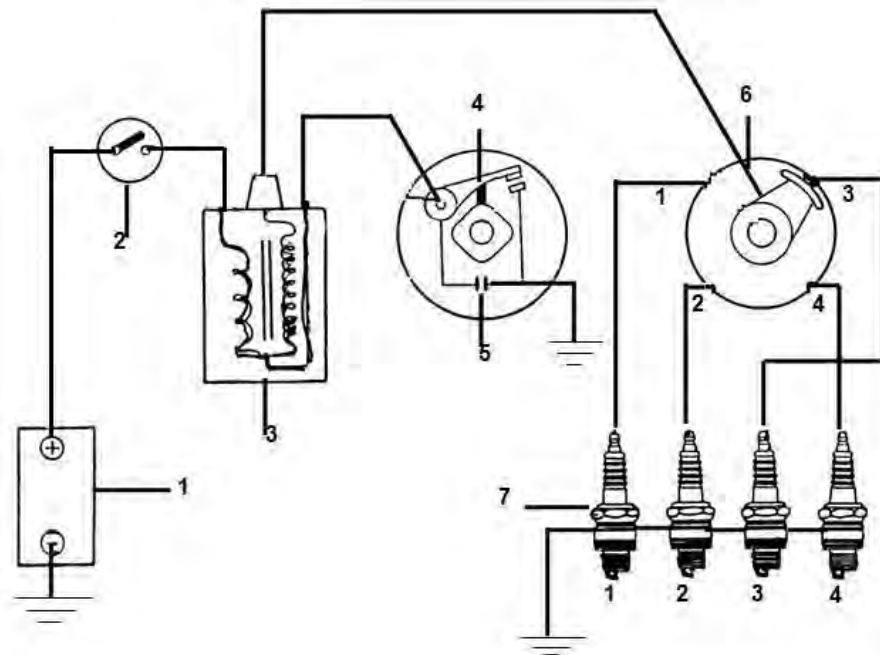
9. Apa akibat dari saat pengapian yang terlalu mundur (terlambat)

....

....

....

10. Jelaskan maksud dari gambar advance sentrifugal pada sistem pengapian berikut ini !

4.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1= Batterai

2= Kunci kontak

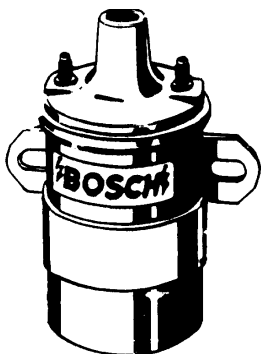
3= Coil

4= Kontak pemutus

5= Kondensator

6= Distributor

7= Busi

2. Di bawah ini adalah Gambar dari *coil pengapian*

3. Fungsi dari kontak pemutus pada sistem pengapian adalah *untuk menguhungkan dan memutuskan arus primer agar terjadi induksi tegangan tinggi pada sirkuit sekunder sistem pengapian*

4. Kondensator pada sistem pengapian berfungsi untuk Cara kerja :

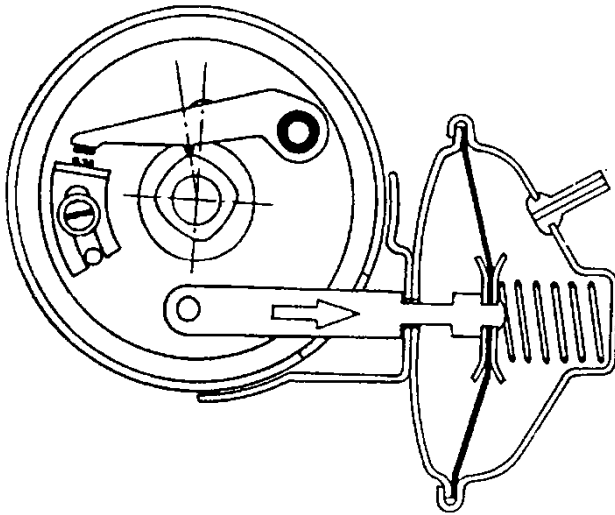
Pada saat kontak pemutus mulai membuka, arus induksi diri diserap kondensator sehingga :

- *Tidak terjadi loncatan bunga api pada kontak pemutus.*
- *Arus primer diputus dengan cepat (medan magnet jatuh dengan cepat).*
- *Tegangan induksi pada sirkuit sekunder tinggi, bunga api pada busi kuat.*
- *(Tegangan induksi tergantung pada kecepatan perubahan kemagnetan).*

5. Tahanan Balast pada sistem pengapian konvensional berfungsi untuk
    - *Sebagai pembatas arus primer*
    - *Sebagai kompensasi panas*

6. Apa yang di maksud dengan nilai panas busi, jelaskan !
    - *Nilai panas busi adalah suatu indeks yang menunjukkan jumlah panas yang dapat dipindahkan oleh busi*

7. Jelaskan fungsi dari advance sentrifugal pada sistem pengapian
    - *Untuk memajukan saat pengapian berdasarkan putaran motor*

8. Apa fungsi coil pada sistem pengapian, jelaskan
    - *Untuk menaikan tegangan baterai (12 V) menjadi tegangan tinggi 5000 ÷ 25000 Volt*
9. Apa akibat dari saat pengapian yang terlalu mundur (terlambat)
    - *Menghasilkan langkah usaha yang kurang ekonomis / tekanan pembakaran maksimum jauh sesudah TMA, daya motor berkurang, boros bahan bakar*
10. Jelaskan maksud dari gambar advance sentrifugal pada sistem pengapian berikut ini !

- *(Pada beban rendah dan menengah)*
- *Vakum tinggi, membran tertarik*
- *Plat dudukan kontak pemutus diputar maju berlawanan arah dengan putaran kam governor*
- *Saat pengapian semakin di majukan*

4.1.7. Lembar kerja siswa

Carilah data minimum 3 macam busi dan jelaskan !

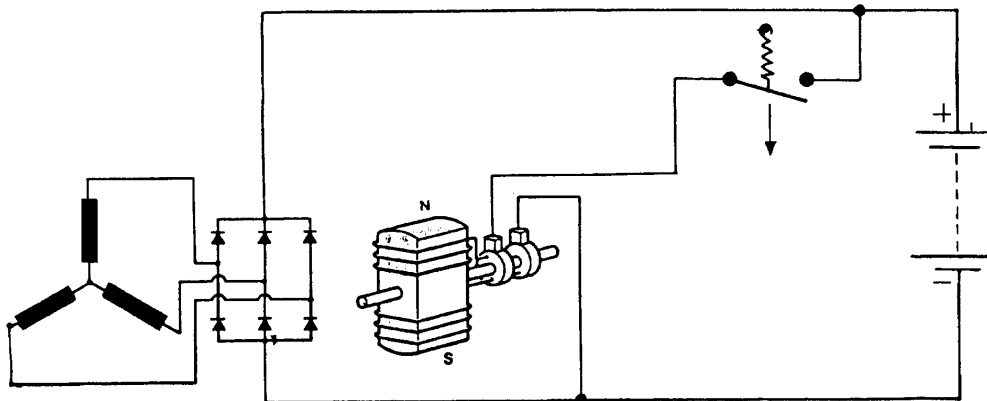
No	Type Busi	Pelasan

BAB V

PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF
KELAS XI SEMESTER 1
PERTEMUAN 5 & 6

SISTEM PENGISIAN

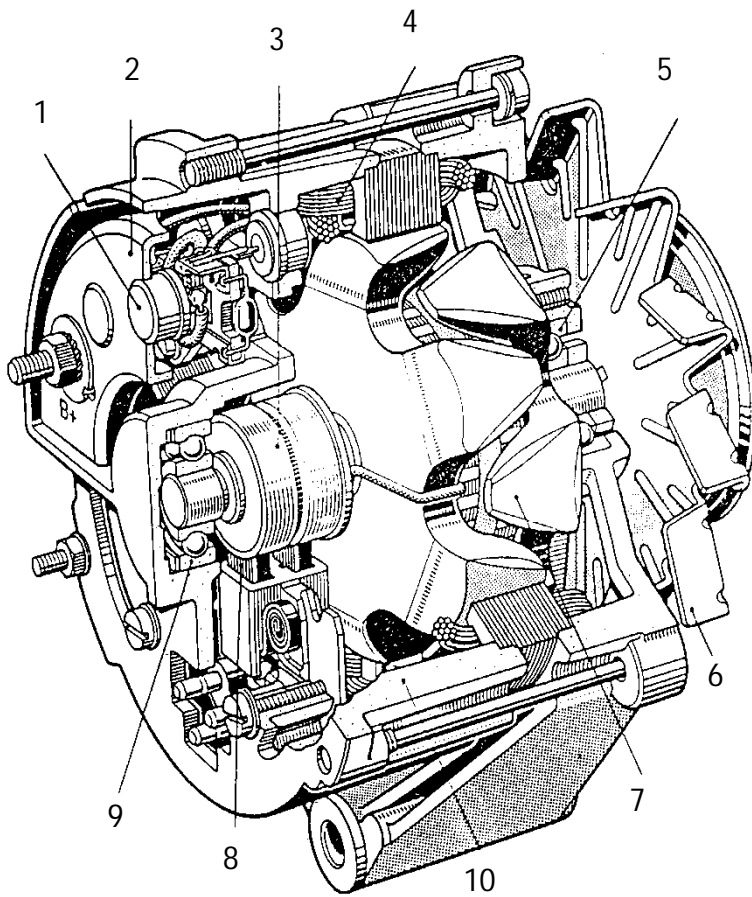
5.1. Kegiatan Pembelajaran : Sistem Pengisian

Amatilah Rangkaian sistem pengisian di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 5.1. Prinsip regulator konvensional 1 kontak

5.1.1. Tujuan Pembelajaran

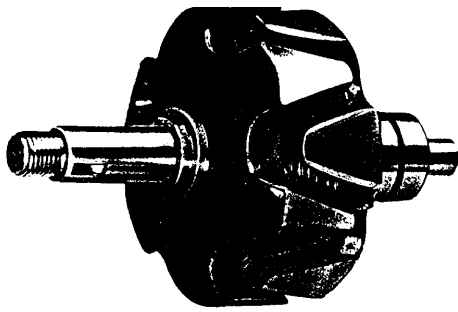
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem siatem pengisian serta menerangkan fungsi rangkaian sistem pengapian

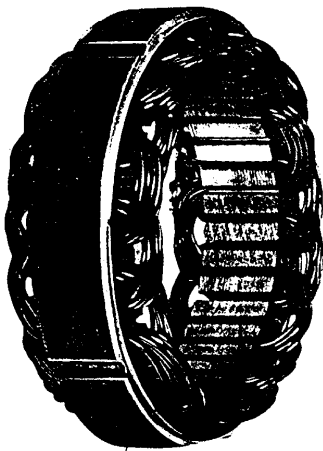
5.1.2. Uraian Materi

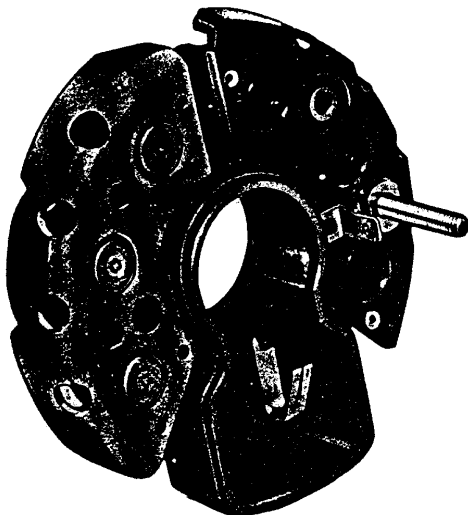
Alternator

Gambar 5.2. Alternator

Keterangan :

1. Dioda
2. Plat dudukan dioda
3. Cincin gesek
4. Kumparan pembangkit (stator)
5. Bearing depan
6. Kipas pendingin
7. Rotor (kumparan medan)
8. Sikat arang
9. Bearing belakang
10. Rumah stator

Fungsi tiap komponen

Rotor

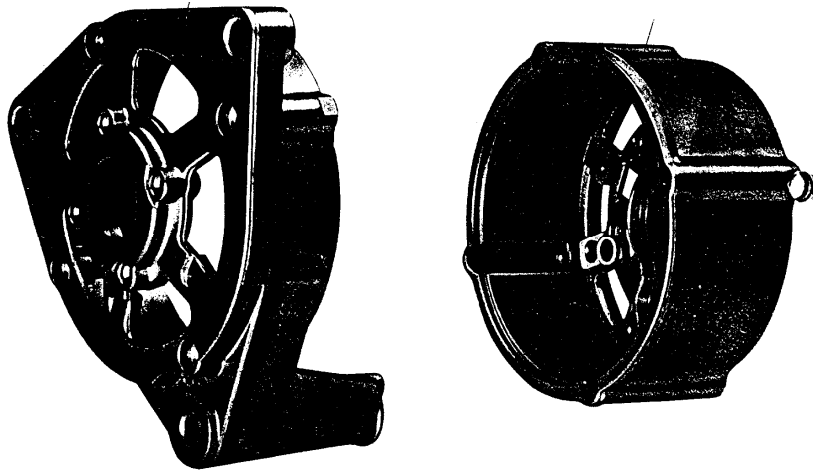
Fungsi : Membentuk medan magnet pada kuku rotor

Stator

Fungsi : Membangkitkan tegangan dengan arus bolak-balik 3 phase

Diode

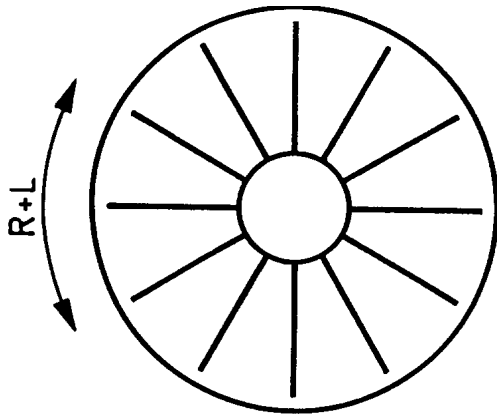
Fungsi : Menyearahkan arus bolak-balik 3 phase dari startor

Gambar 5.3. Stator dan dioda penyearah

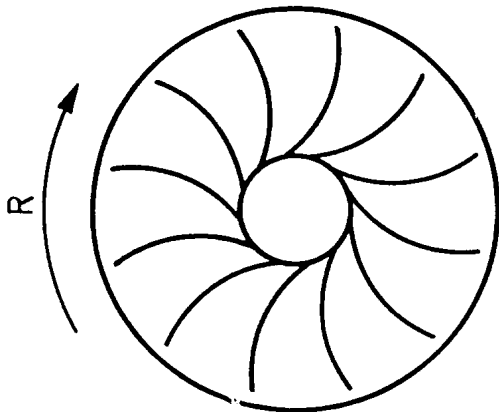
Rumah bantalan muka

Rumah bantalan belakang

Gambar 5.4. rumah alternator

Rumah Alternator

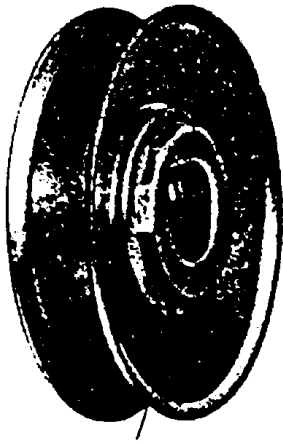
Fungsi : Menyediakan tempat berputar bagi startor dengan celah sekecil mungkin

Kipas Pendingin

Fungsi :

- Mendinginkan dioda-dioda
- Putaran pulley dapat dibolak-balik

Fungsi :

- Mendinginkan dioda-dioda
- Putaran pulley tidak dapat dibolak-balik

Gambar 5 5

Roda Puli

Fungsi :

- Memindahkan tenaga putar dari mesin ke rotor
- Menentukan perbandingan putaran mesin dengan alternator

Gambar 5.6. Pully

Contoh :

Putaran mesin maksimum 6.000 Rpm

Putaran alternator maksimum 10.000 Rpm

Pertanyaan : Hitunglah perbandingan putaran

6.000 : 10.000 = 6 : 10 = 3 : 5

Pertanyaan : kalau putaran idle mesin 800 Rpm, berapa putaran alternator ?

800 x 5/3 = 4000/3 = ≈ 1333 Rpm

Pertanyaan : Kalau diameter puli mesin 170 mm, berapa diameter puli alternator ?

170 : 5/3 = 170 x 3/5 = 102 mm

Tugas Alternator dan Perbedaannya dengan Generator

Tugas Alternator : Saat mesin hidup, sebagai

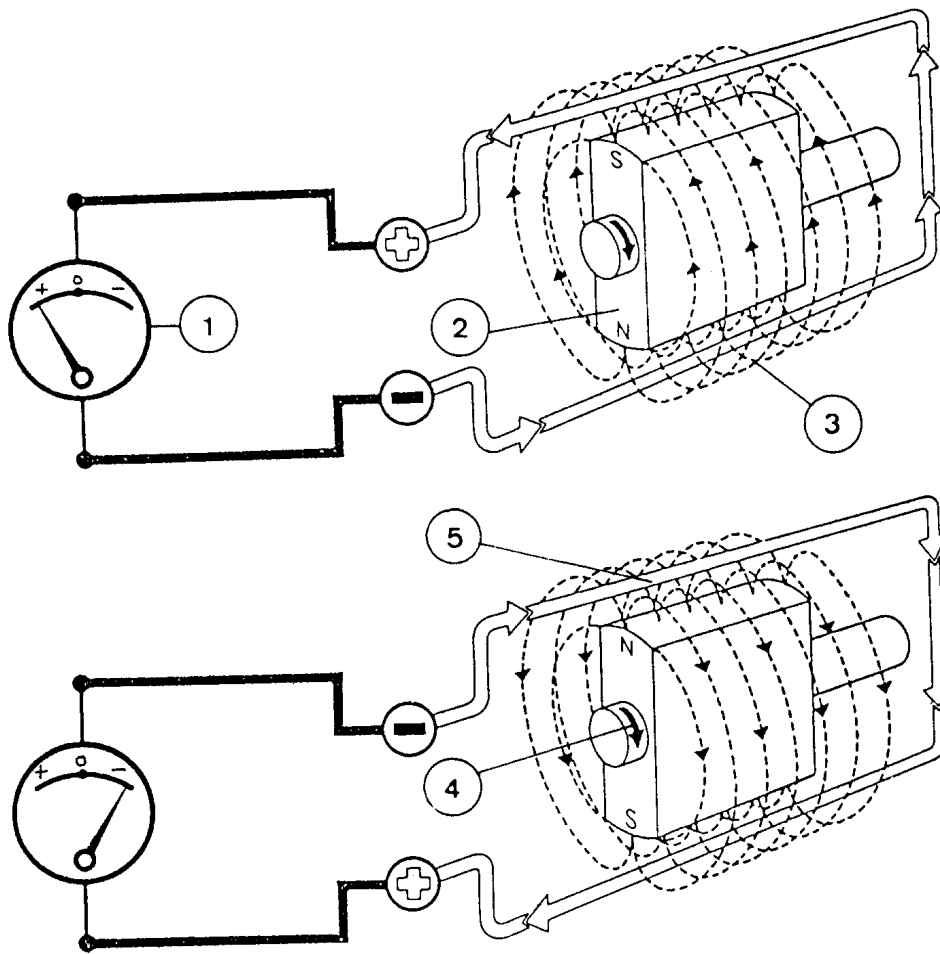
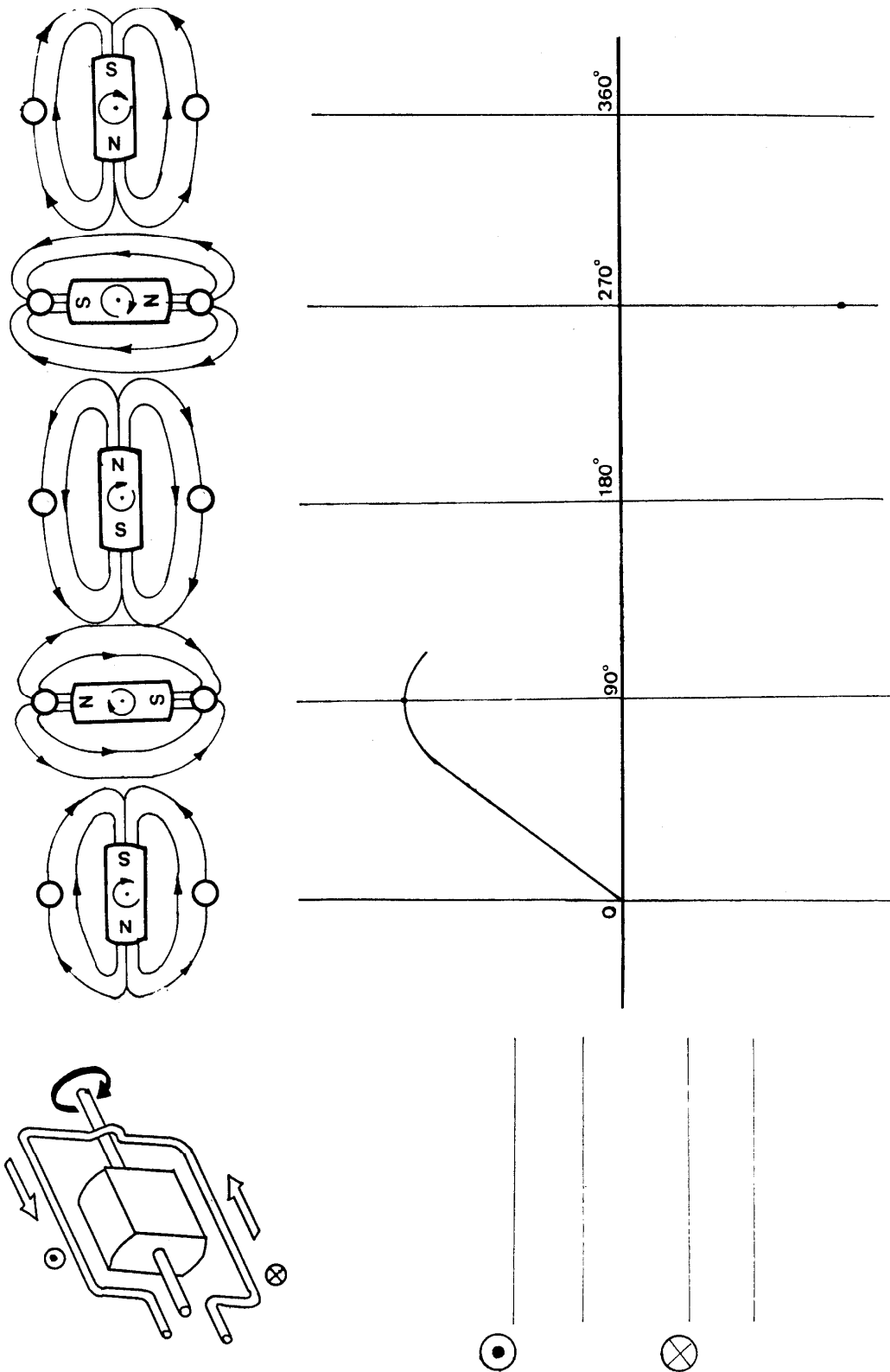
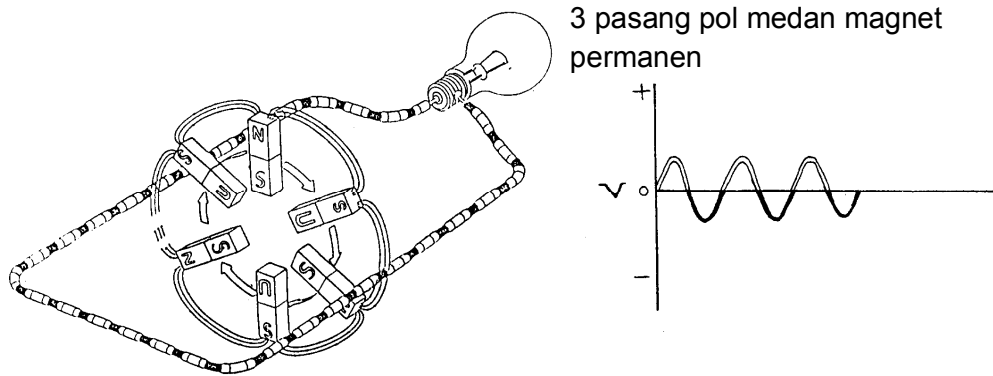
- Sumber energi untuk seluruh kebutuhan energi listrik dalam mobil
- Pengisi baterai agar selalu siap pakai

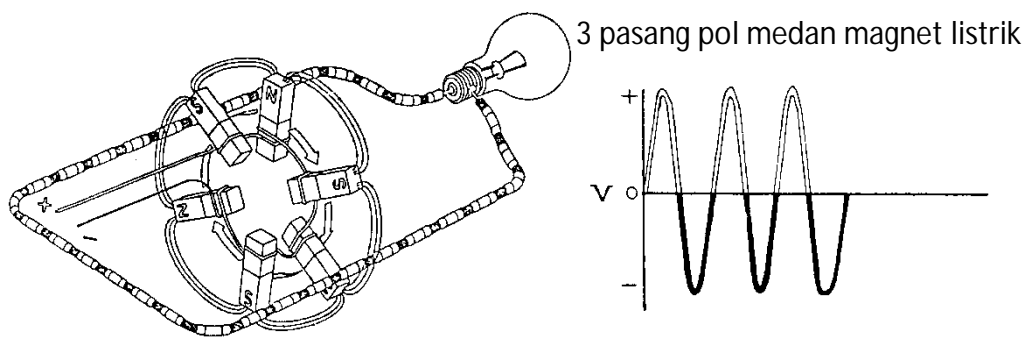
Alternator pertama kali dibuat pada tahun : 1967

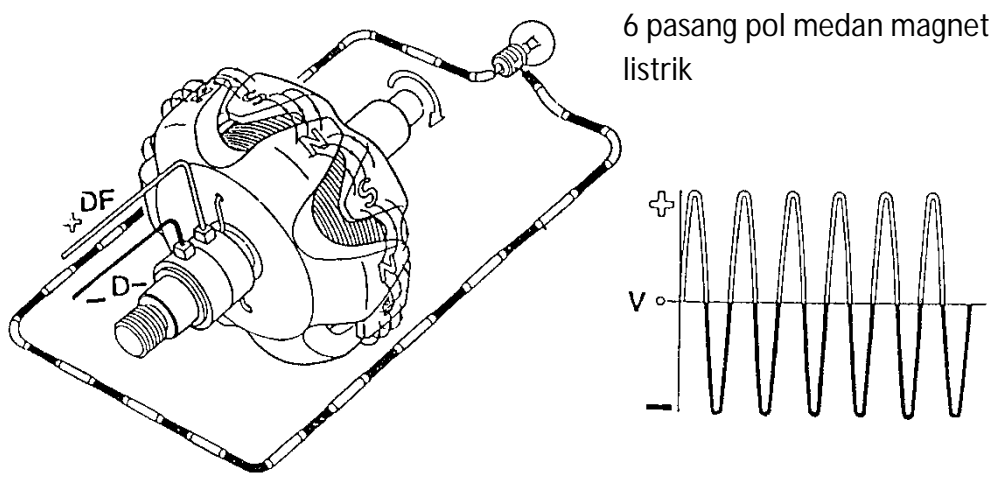
Karena dapat diproduksi dioda penyearah berdaya besar.

Perbedaan prinsip kerja alternator dengan generator

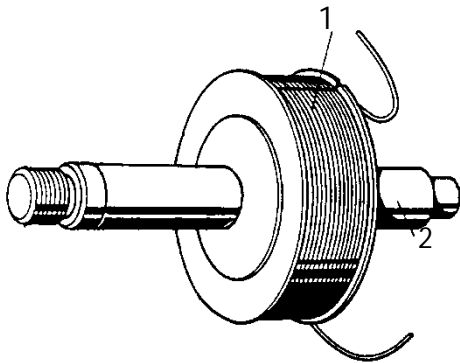
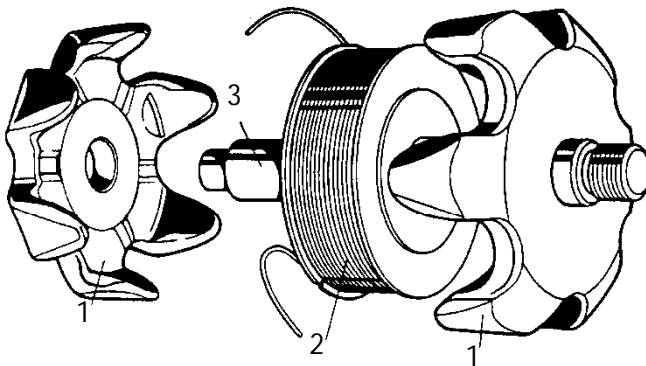
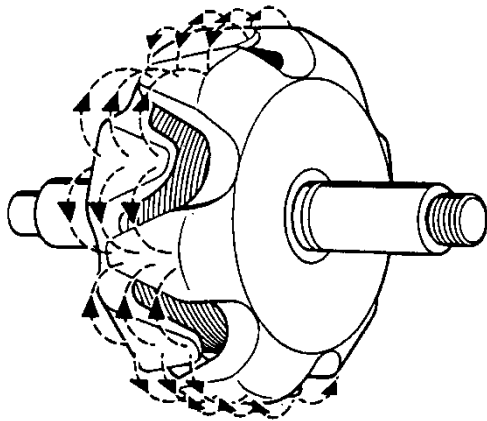
	Alternator	**Generator**
Kumparan pembangkit	• Diam	• Berputar
Kumparan medan	• Berputar	• Diam
Penyearah	• Dioda	• Komutator
Produksi arus	• Tidak diregulasi	• Perlu diregulasi
Keuntungan	• Pada putaran rendah tegangan cukup • Tidak perlu tempat yang luas	• Jika hubung singkat generator aman
Kerugian	• Bila hubung singkat alternator rusak	• Pada putaran rendah tegangan kecil • Perlu tempat relatif luas

Prinsip Pembangkit Tegangan

Gambar 5.7. Prinsip pembangkit tegangan

Gambar 5.8. Prinsip generator

Gambar 5.9. Rotor dengan 3 pasang pool magnet permanan

Dengan magnet permanen menghasilkan tegangan rendah

Gambar 5.10. Rotor dengan 3 pasang pool magnet listrik

Dengan magnet listrik di peroleh tegangan tinggi

Gambar 5.11. Rotor dengan 6 pasang pool magnet listrik

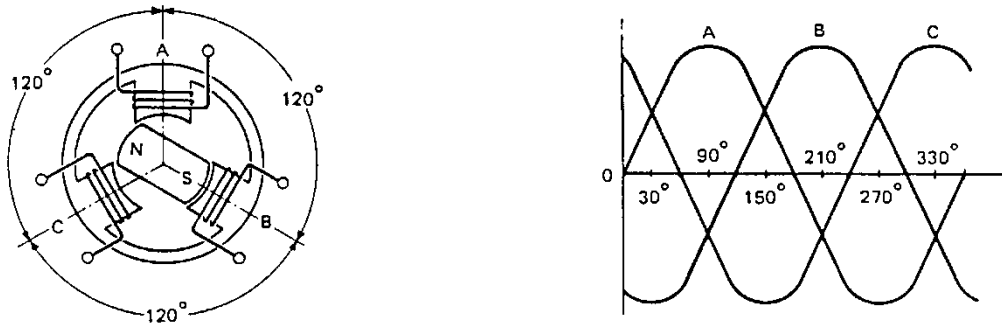
Dengan medan magnet yang kuat menambah pool magnet menghasilkan tegangan tinggi & frekuensi rapat

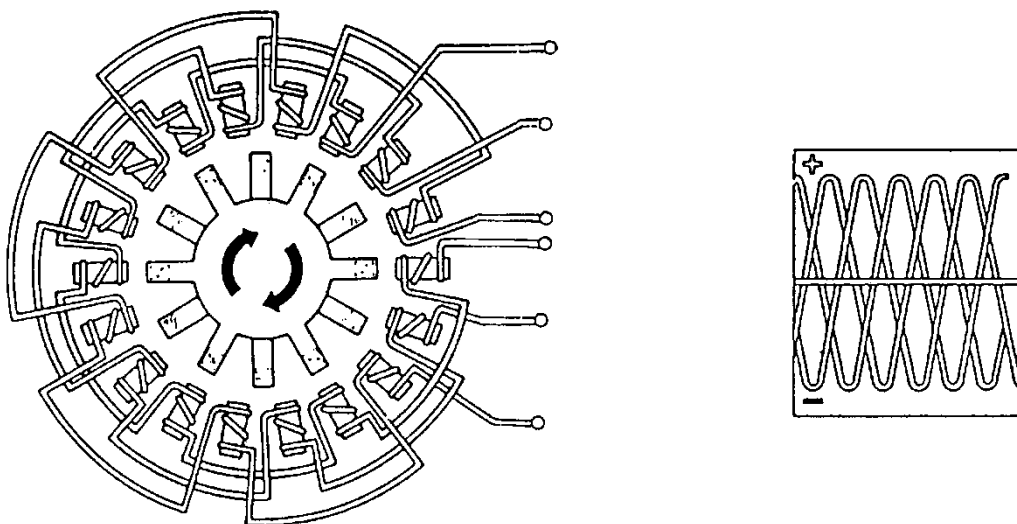
Konstruksi Rotor

1. Kumparan medan
2. Poros Rotor

1. Kuku – kuku magnet
2. Kumparan magnet
3. Poros rotor

Pembentukan medan magnet pada rotor

Gambar 5.12. Rotor

Pembangian Listrik 3 Pase dengan Rangkaian Bintang dan Segitiga

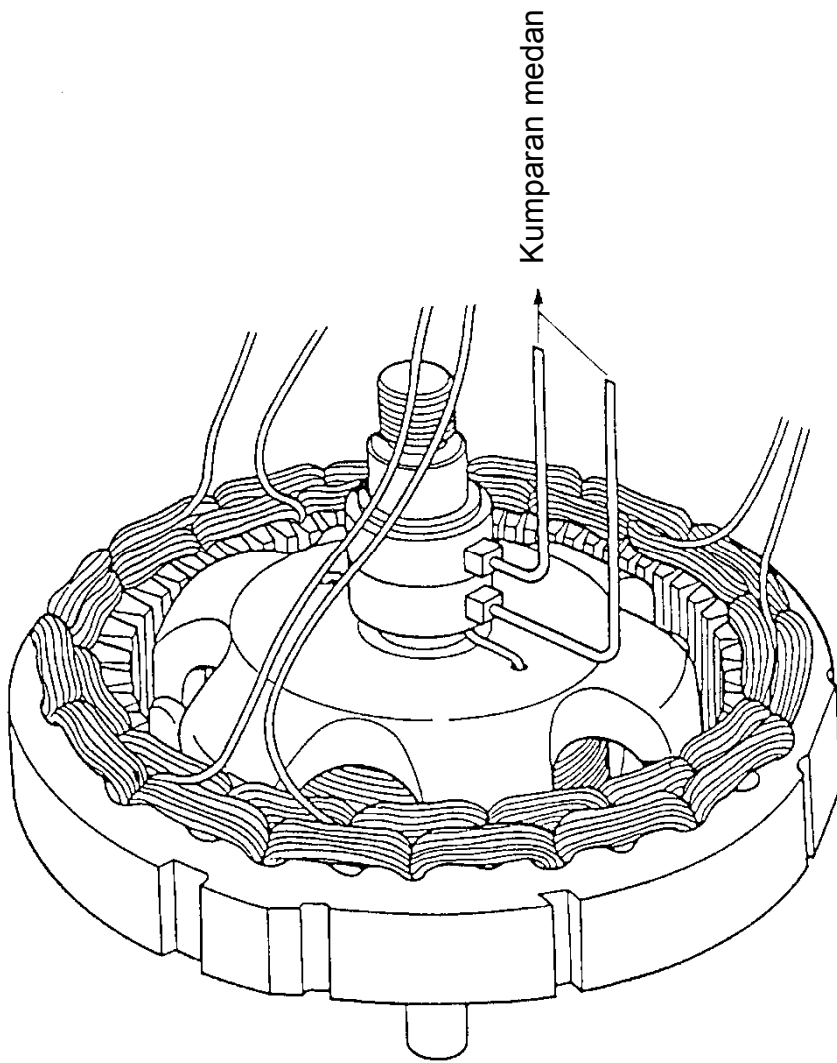
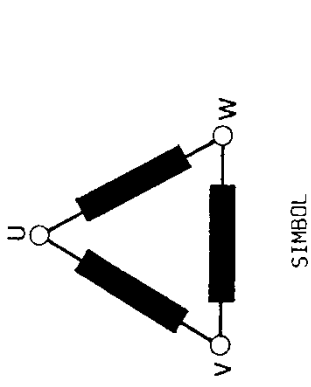
Arti pembangkit listrik 3 pase

Pembangkit listrik dari 3 sumber

Gambar 5.13. 3 pasang pool stator

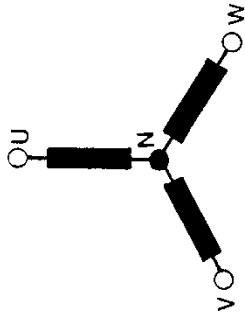
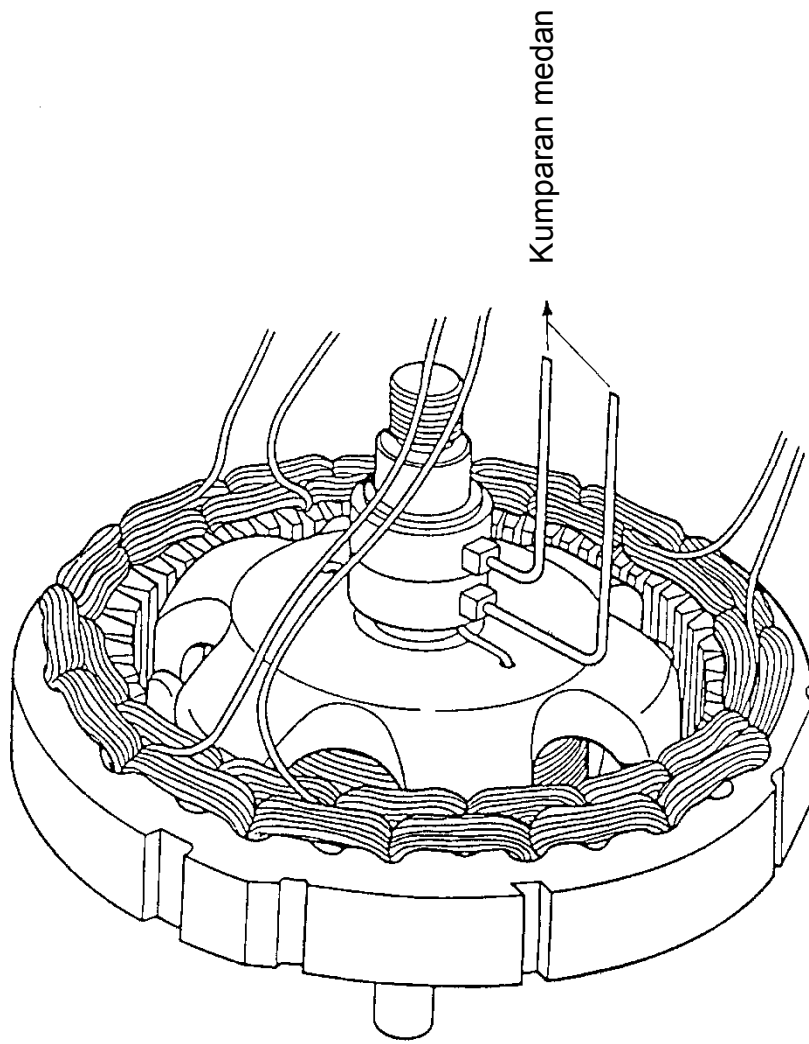
Pembangkit 3 phase dengan 1 pasang pada magnet / rotor membutuhkan 3 pasang pada stator

Gambar 5.14. 18 pasang pool stator

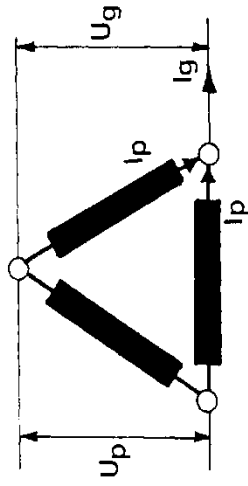
*Pembangkit 3 phase dengan 6 pasang pol magnet / rotor membutuhkan 3 * 6 = 18 pasang pol stator.*

RANGKAIAN SEGITIGA

Hubungkanlah tiap ujung kumparan sesuai rangkaian segitiga

Gambar 5.15. Rangkaian segi tiga

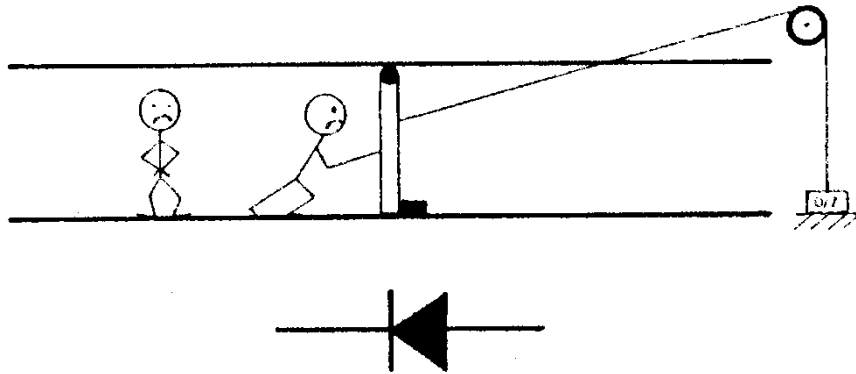
RANGKAIAN BINTANG (sering dipakai di dalam mobil sedan)

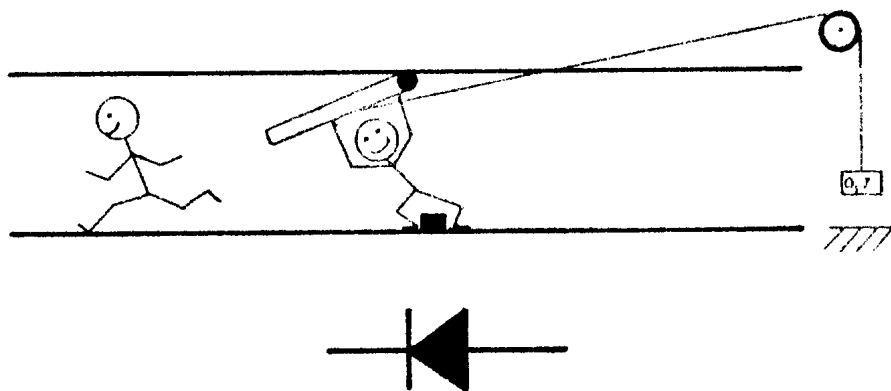
Hubungkanlah tiap ujung kumparan sesuai rangkaian bintang !

Gambar 5.16. Rangkaian bintang

PERBEDAAN ANTARA RANGKAIAN BINTANG DAN RANGKAIAN SEGITIGA

Gambar 5.17. rangkaian bintang dan segi tiga

Diode (Penyearah arus)

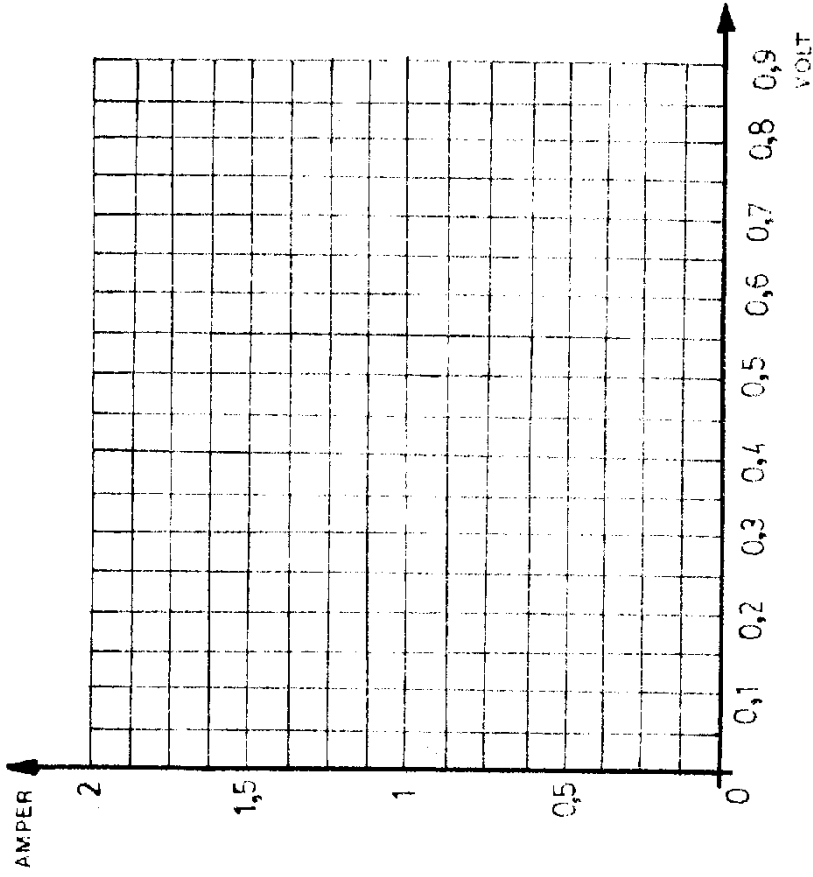
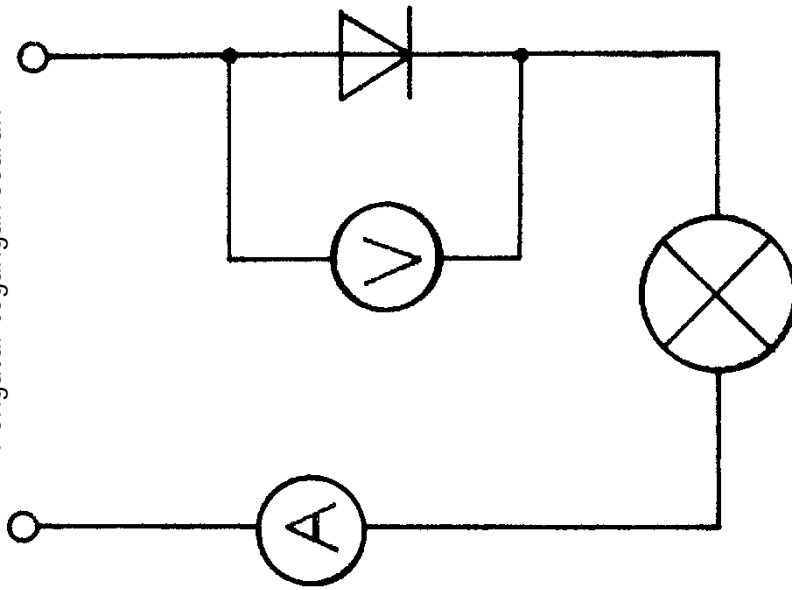
Tugas diode : Menyearahkan arus bolak – balik dari stator

Prinsip penyearah diode

Gambar 5.18. Ilustrasi hambatan dioda

Penghambatan : Bila katoda diberi polaritas positif dan anoda diberi polaritas negatif, maka arus terhambat → lampu mati

Gambar 5.19. Ilustrasi alir dioda

Pengaliran : Bila katoda diberi polarotas (+) dan anoda diberi polaritas (-), maka arus mengalir → lampu menyala

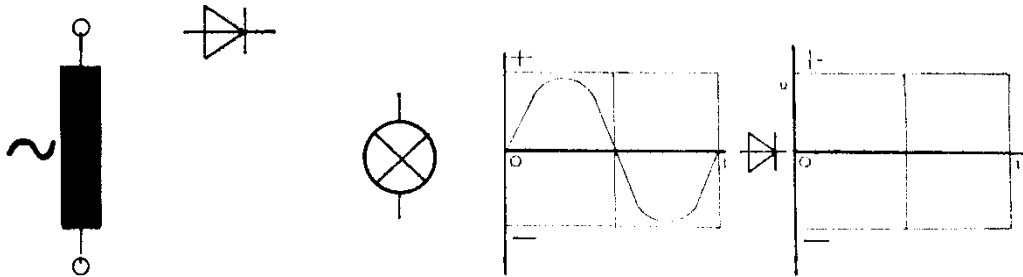
Eksperimen Tegangan Alir Diode

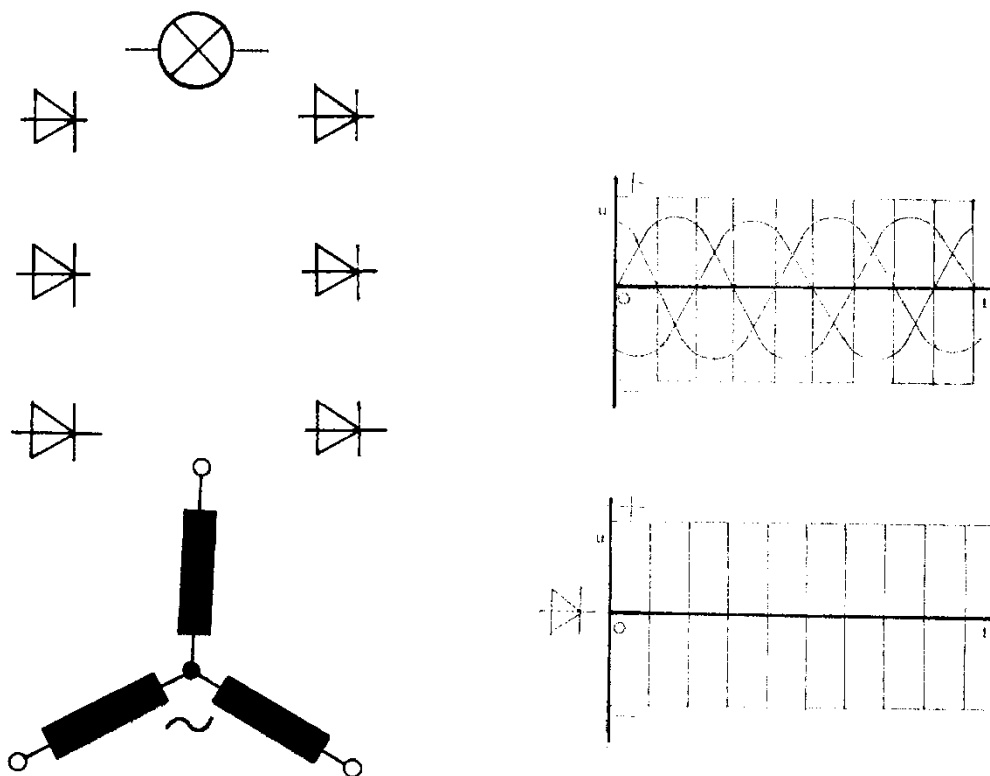
Pengatur tegangan searah

Diode Silisium ≈ 0,7 Volt

Diode Germanium≈ 0,4 Volt

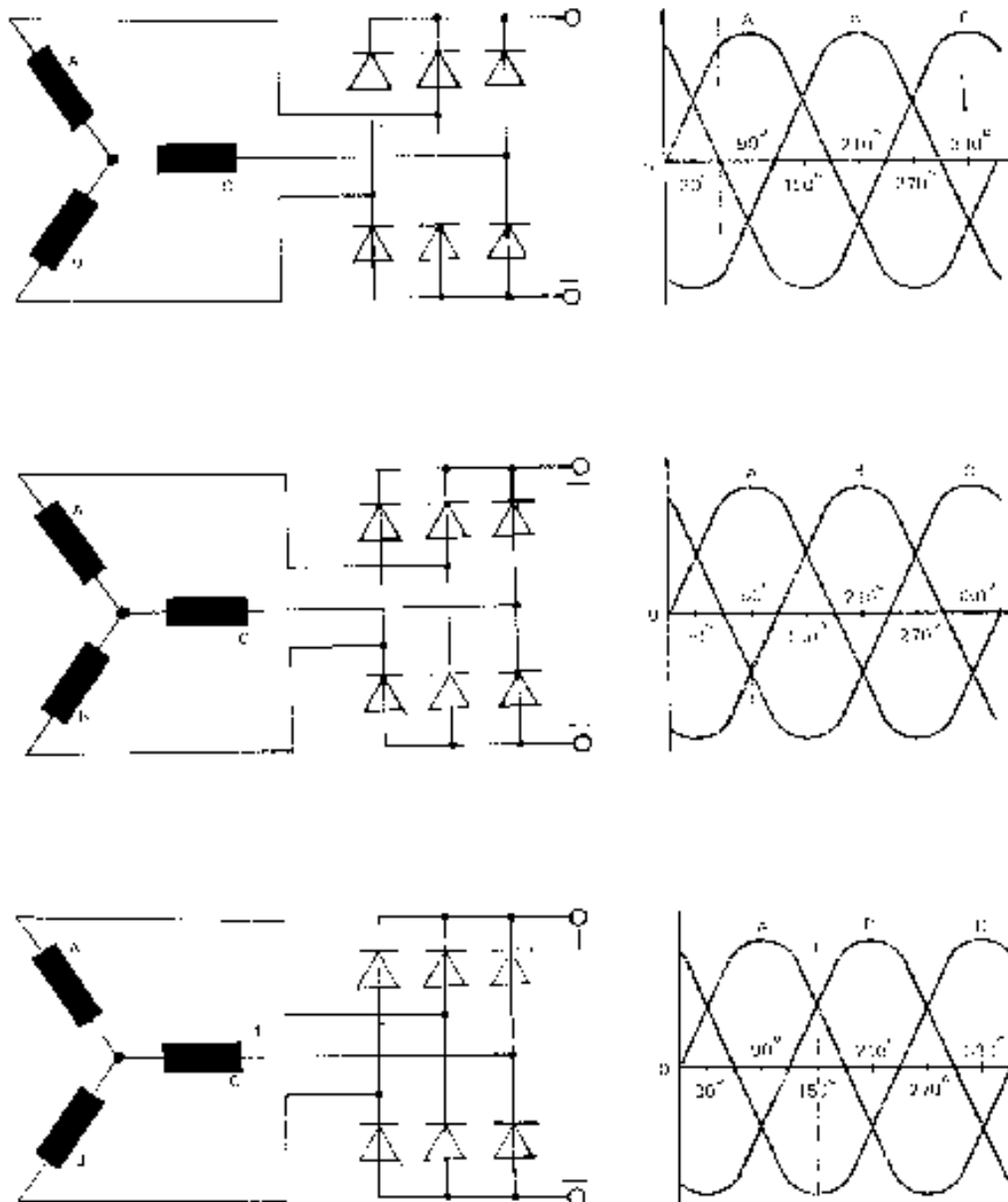
Gambar 5.20. Tegangan alir dioda

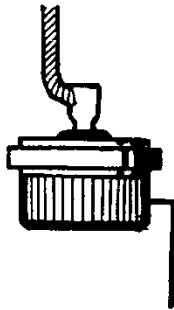
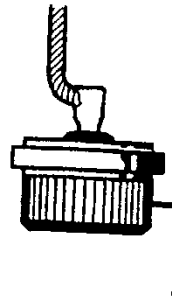
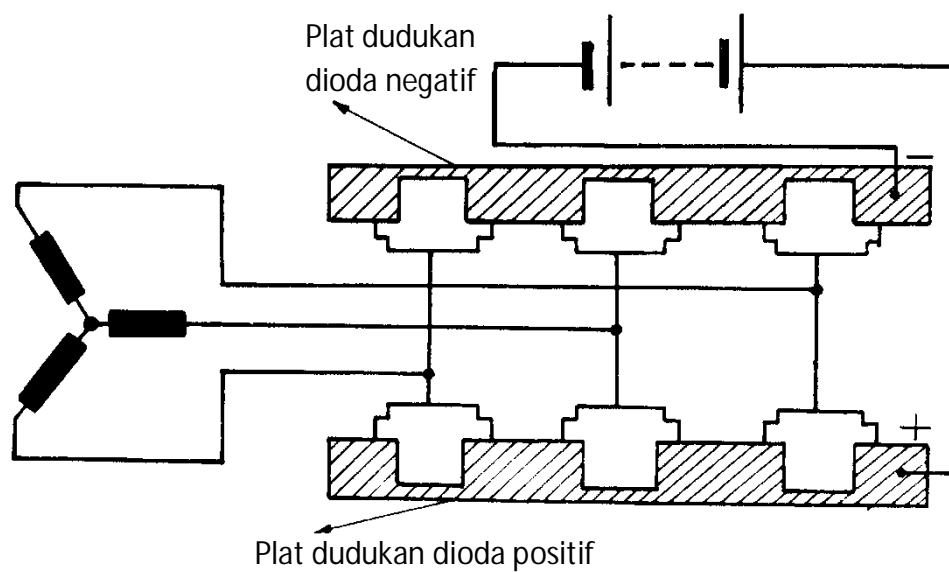
- Rangkaikanlah penyearah dengan diode di bawah ini !
- Gambarlah grafik tegangan hasil penyearah !

1 Pase dengan penyearah 1 diode

Gambar 5.21. Penyearah 1 dioda setengah gelombang

3 Pase dengan penyearah 6 diode

Gambar 5.22. Penyearah 3 phase 6 dioda

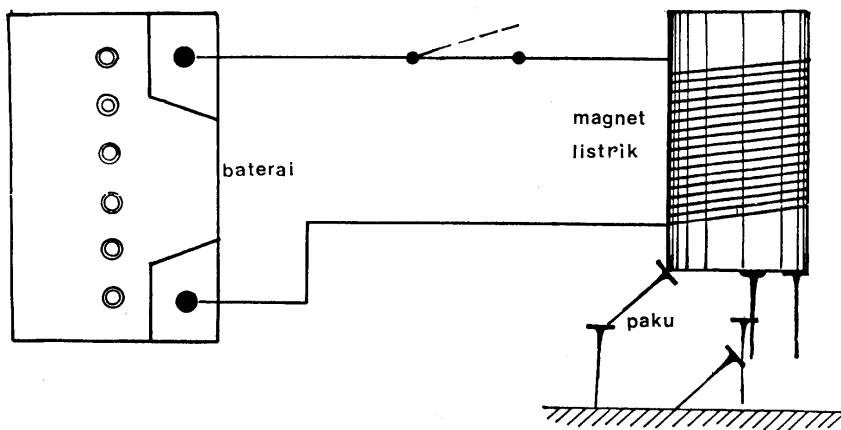
Fungsi diode pada macam – macam posisi derajat rotor

Warnailah diode yang bekerja dan aliran arusnya pada ke tiga gambar !

Gambar 5.23. Prinsip penyearah gelombang 3 phase

Perbedaan diode positif dengan negatif

Gambar 5.24. Dioda alternator

Gambar 5.25. Skema dioda alternator

Diode positif dan negatif hanya digunakan pada teknik mobil, supaya sesuai dengan pelat pendingin

Regulator tegangan konvensional

Prinsip magnet listrik

Gambar 5.26. Prinsip magnet listrik

Beri arus pada magnet listrik . Apa yang terjadi dengan klip?

Paku tertarik ada magnet listrik

Lepas arus dari magnet listrik. Apa yang terjadi dengan klip ?

Paku terlepas tidak ada magnet

Kesimpulan : Bila sebatang besi dililiti, kawat dan dialiri arus, maka pada besi tersebut timbul medan magnet

Kesimpulan : Semakin kuat tegangan, makin kuat pula medan magnet yang dibangkitkan.

Regulator Tegangan Konvensional

Mengapa tegangan alternator perlu diregulasi ?

Untuk menyesuaikan tegangan kerja sistem kelistrikan dengan stabil

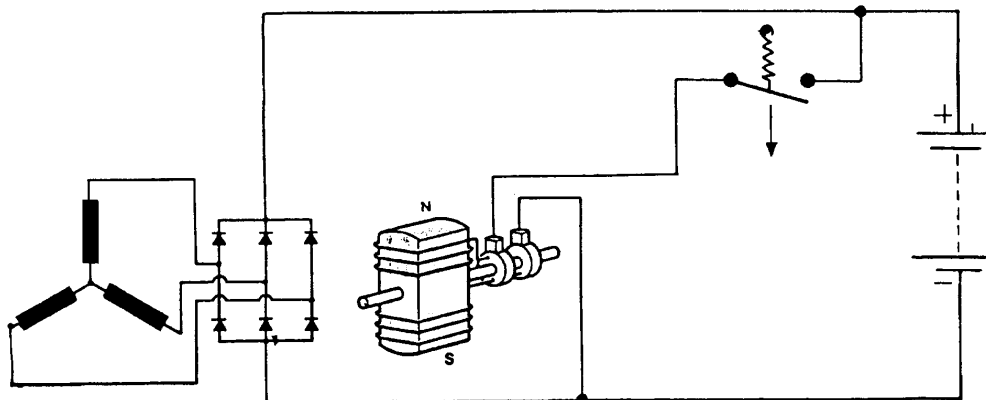
Mengapa arus alternator tidak diregulasi ?

Karena dibatasi oleh konstruksi alternator

Apa tugas dari regulator ?

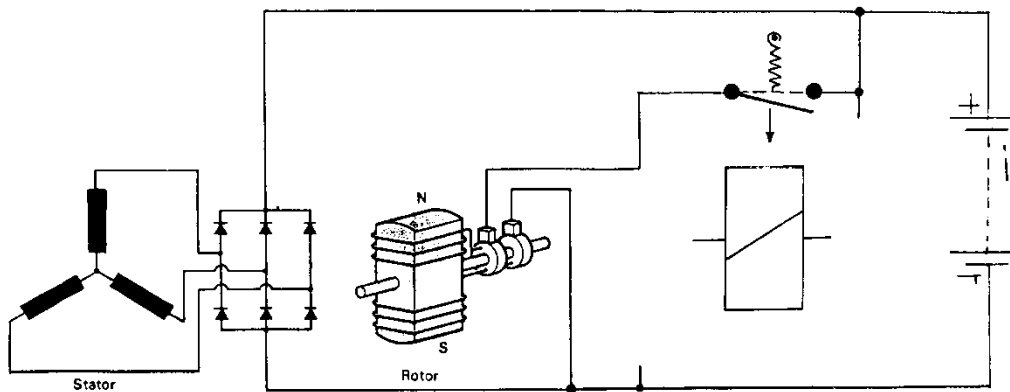
Meregulasi tegangan agar tetap stabil pada tegangan kerja / regulasi

Prinsip kerja regulator konvensional :

Untuk meregulasi tegangan alternator dilakukan dengan cara menghubungkan arus yang ke kumparan medan / rotor

Gambar 5.27. Prinsip kerja regulator konvensional

Sakelar tertutup : Medan magnet besar tegangan → besar

Sakelar terbuka : Medan magnet kecil tegangan → kecil

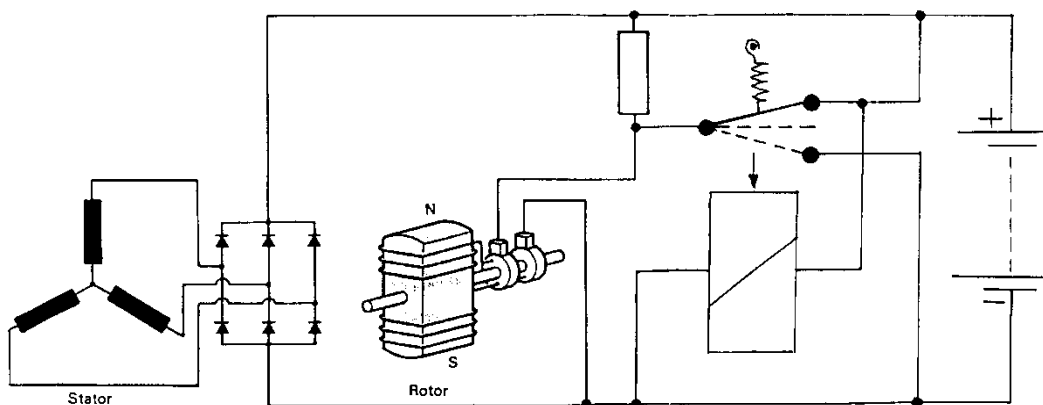
Cara kerja regulator 1 kontak

Gambar 5.28. Konstruksi regulator 1 kontak

Keuntungan

- Konstruksi sederhana

Kerugian

- Meregulasi tidak stabil
- Tegangan regulasi kasar / tidak stabil

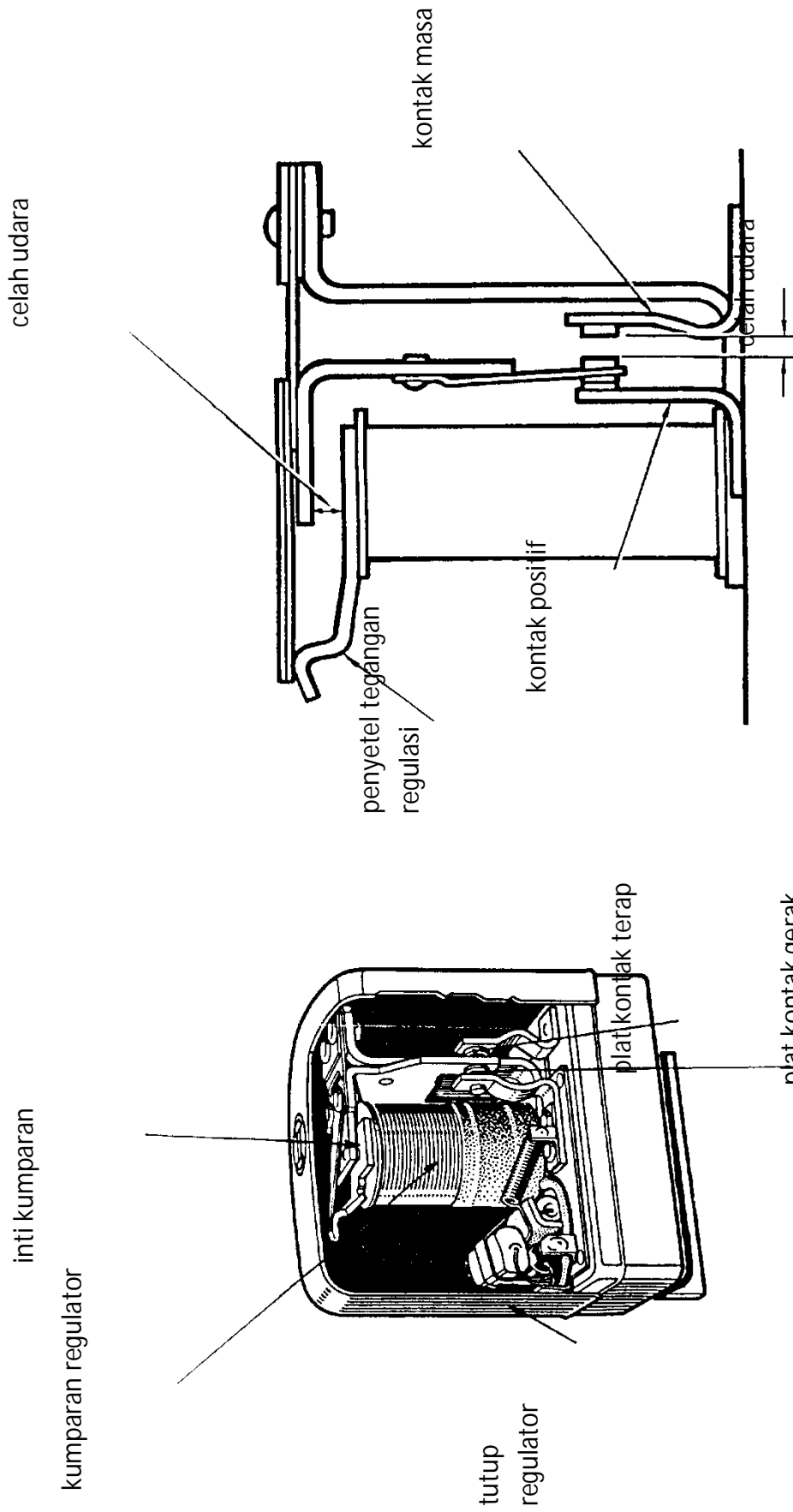
Cara kerja regulator 2 kontak

Gambar 5.29. Konstruksi regulator 2 kontak

Keuntungan

- Meregulasi tegangan dengan halus dan stabil
- Tegangan regulasi rata / konstan

Kerugian

- Konstruksi rumit

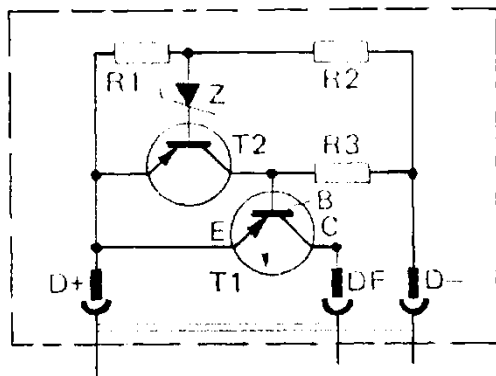
Konstruksi Regulator Konvensional II Kontak

Gambar 5.30. Regulator mekanik

Regulator elektronik menggantikan regulator konvensional dengan hasil yang lebih baik

Keuntungan :

1. Meregulasi tegangan lebih teliti
2. Meregulasi tegangan sangat sangat peka (> 200 Hz)
3. Lebih kecil, memerlukan sedikit tempat
4. Bebas korosi pegas, bebas keausan kontak

Rangkaian

Berilah keterangan untuk kode – kode di bawah ini !

R1/R2/R3 = Tahanan

Z = Dioda Zener

T1/T2 = Transistor

Gambar 5.31. Rangkaian regulator elektronik

D+	: Dari positif alternator	E	: Emitor
DF	: Ke kumparan medan	B	: Basis
D-	: Ke masa alternator	C	: Kolektor

Diode Zener

Perbedaan dengan diode biasa :

Zener diode

Diode

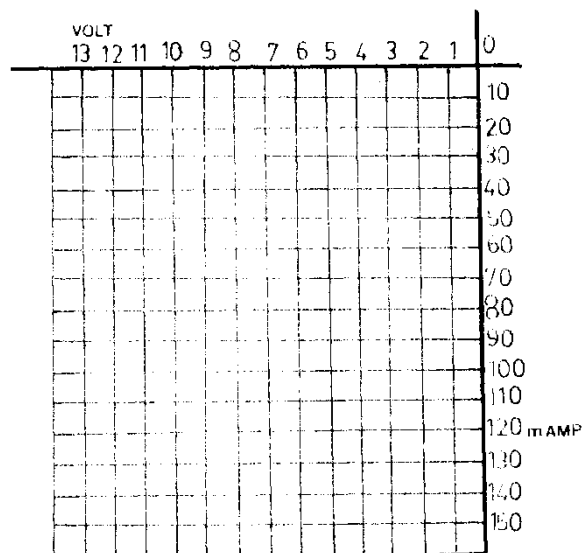
Gambar 5 32. Dioda Zener dan Dioda

Pemakaian pada arah : penghambatan

Pemakaian pada arah : pengaliran

Sifat – sifat :

Tegangan hambat (Uz) adalah besar tegangan yang tetap mengalirkan arus melalui diode Zener (Contoh ≈ 10 V)

Tegangan alir diode zener sama seperti diode biasa

Gambar 5.33. Grafik dioda

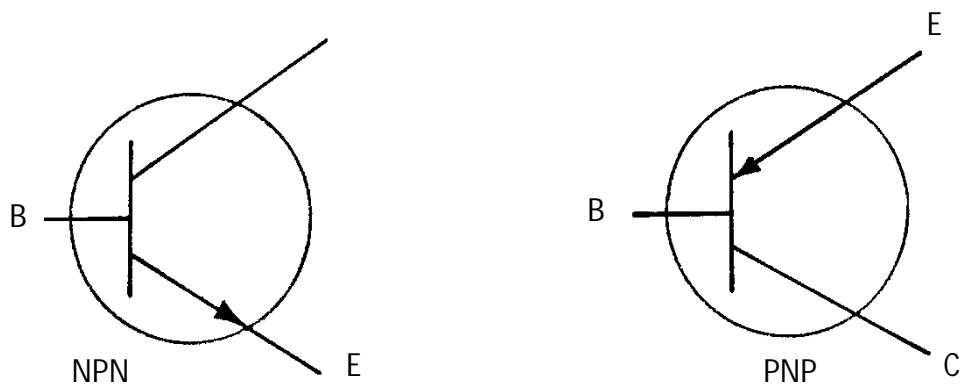
Tugas diode zener pada regulator :

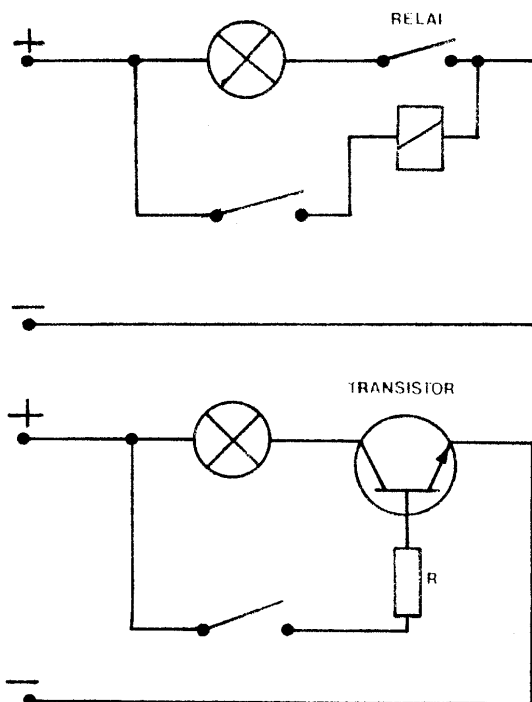
Sama dengan pengatur tegangan (Pada regulator konvensional kumparan)

Keuntungan :

Bekerja lebih teliti dan peka (pada kumparan di pengaruhi oleh tutup regulator dan celah magnet)

Transistor

Simbol transistor

Gambar 5.34. Transistor

Cara kerja

Transistor bekerja seperti relai

Warnailah arus pengendali !

Warnailah arus utama !

Berilah kode terminal pada transistor !

Apa fungsi R ?

Membatasi arus basis supaya transistor tidak rusak

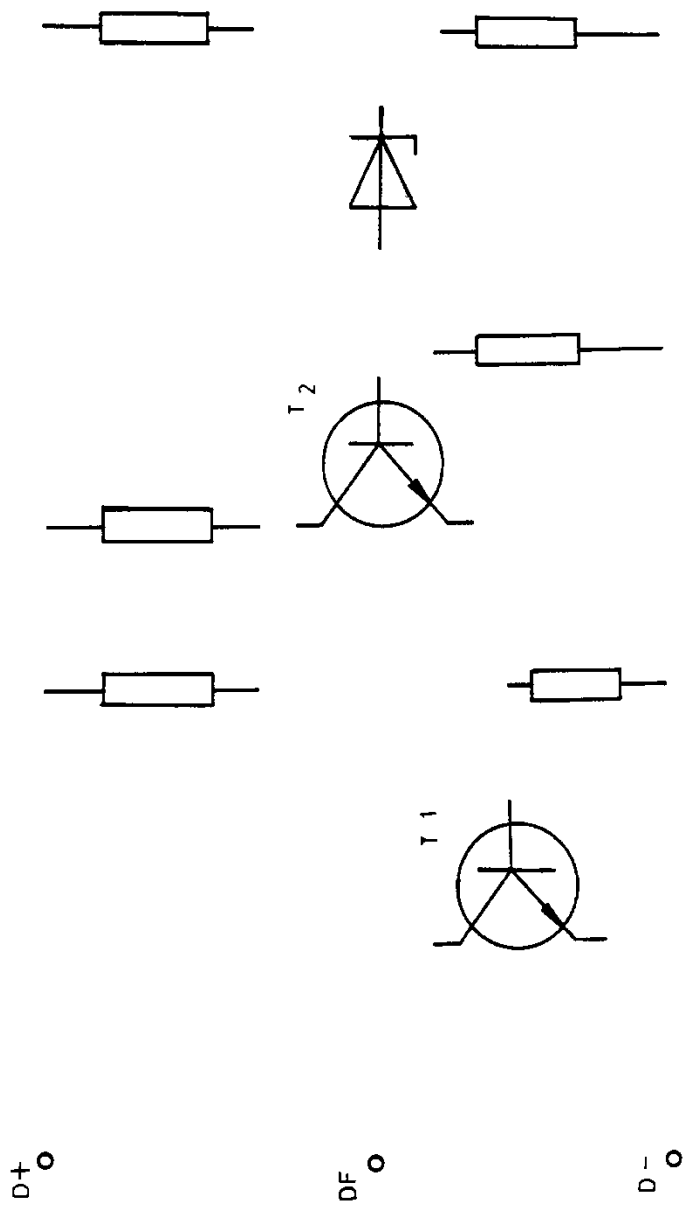
Gambar 5 35

Tugas transistor pada regulator

Sebagai pemutus dan penghubung arus medan yang dikontrol oleh Zener Diode

Keuntungan :

Anti korosi, bisa mengatur besar arus medan dan lebih cepat untuk buka tutupnya

Lengkapilah rangkaian berikut ini !

	Tegangan D+	Diode Zener	Transistor 1	Transistor 2
Terlalu tinggi				
Terlalu rendah				

Gambar 5.36. Rangkaian regulator elektronik

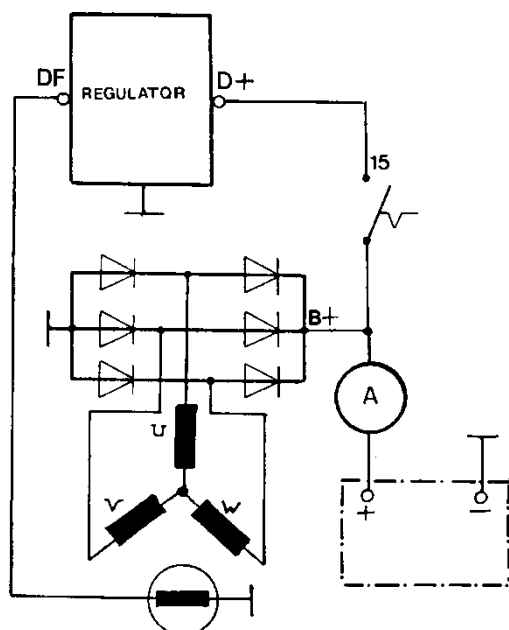
Bermacam – macam Arus Medan

Mengapa perlu adanya arus medan mula pada alternator ?

Pada putaran motor idle tegangan hasil induksi dari magnet permanen pada rotor tidak mampu untuk menembus diode – diode.

Untuk mengalirkan arusnya melalui diode penyearah alternator memerlukan tegangan sebesar 0,7 x 2 = 1,4 volt untuk menembus diode positif dan diode negatif.

Macam – macam sistem arus medan

1. Arus medan langsung

Gambar 5 37. Arus medan langsung

Warnailah arus medan !

Fungsi : K.K "On", motor mati arus medan mula dari (+)

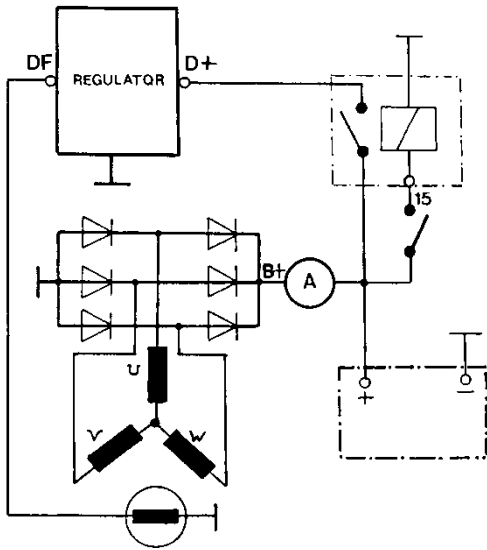
Bateray ke K.K → regulator → masa motor hidup, arus medan dari (B+) Alternator

K>K → regulator → rotor → masa

Kerugian :

Jika ada rugi tegangan pada KK; tegangan pengisian terlalu tinggi

- KK "On", motor mati, arus medan tetap ada → kumparan medan panas → batery dikosongkan
- Tidak mungkin memasang lampu kontrol → pengisian

2. Arus medan dengan relai A

Gambar 5 38. Arus medan demgam relai A

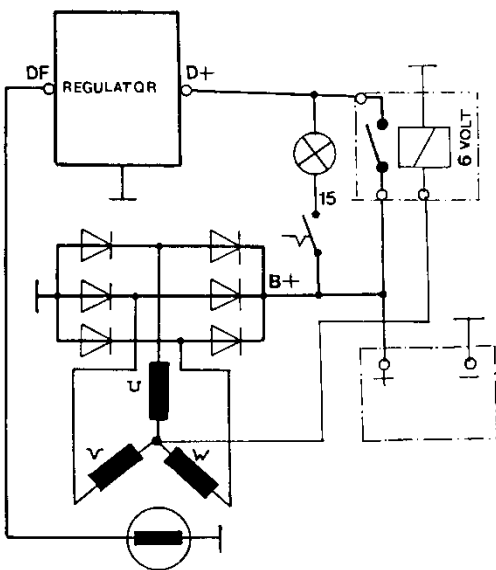
Warnailah arus medan !

Fungsi : KK “on”, motor mati → relay bekerja arus mengalir dari (+) bateray Relay regulator → rotor → masa motor hidup, arus medan mengalir dari B+ alternator

Keuntungan : Bila terjadi rugi tegangan pada kunci kontak tegangan pengisian masih sesuai

Kerugian :

- KK “on” arus medan tetap mengalir
- Tidak mungkin memasang lampu kontrol pengisian

3. Arus medan dengan relai B

Gambar 5 39. Arus medan dengan relai B

Warnailah arus medan !

Fungsi : KK “on” motor mati arus medan mula mengalir dari (+) bateray, KK lampu kontrol → regulator → rotor masa (lampu menyala)

Motor hidup, tegangan N mampu mengaktifkan relay arus medan melalui relay

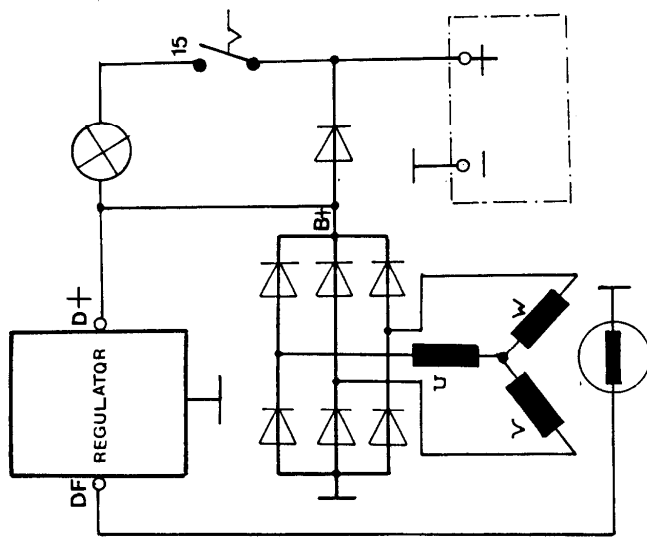
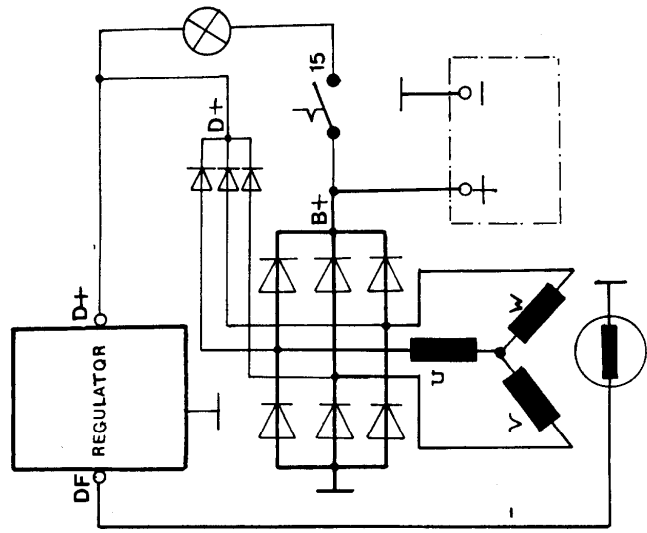
Catatan untuk lampu kontrol :

Alternator 6V min. 1,2 W

Alternator 12V min. 2 W

Alternator 24V min. 3 W

Keuntungan : KK “on” mesin mati, rotor tak panas

- Jika terjadi rugi tegangan pada KK, tegangan pengisian masih sesuai

Gambar 5 40. Rangkaian arus medan

Syarat Pengisian

3 hal utama yang harus disesuaikan :

1. Daya pemakai
2. Kapasitas bateray
3. Daya alternator

Menghitung daya dan arus pemakai (P_p) alternator 14 volt

Pemakai tetap/faktor 1,0 (PP1)	Watt	Pemakai tidak tetap (PP2)	Daya Watt	Faktor	Daya rata – rata watt
Pengapian	20	Kipas listrik	80	0,5	40
Pompa bensin listrik	170	Pemanas kaca	60	0,5	30
Radio	12	Penghapus kaca	80	0,25	20
Lampu dekat	100	Kipas radiator listrik	120	0,70	84
Lampu kota	40	Lampu jauh tambahan	110	0,10	11
Lampu nomor	10	Lampu kabut	110	0,10	11
Lampu panel	8	Lampu parkir	42	0,70	29,4
Lampu tanda samping	16	Lampu tanda belok	84	0,70	58,2
Jumlah daya pemakai tetap		Jumlah daya pemakai tidak tetap			

$$PP = PP_1 + PP_2$$

$$\text{Arus pemakai (IP)} = \frac{PP}{14\ V}$$

Menentukan daya alternator 14 Volt (PA)

PA = 14 Volt x Ip

Berdasarkan pengalaman teknik dibuat tabel.

Daya pemakai (PP) 14 Volt	250	250... 350	350... 450	450... 550	550... 675	675... 800	800... 950
Arus alternator (IA)	28	35	45	55	65	75	90

Menentukan kapasitas baterai dari segi alternator

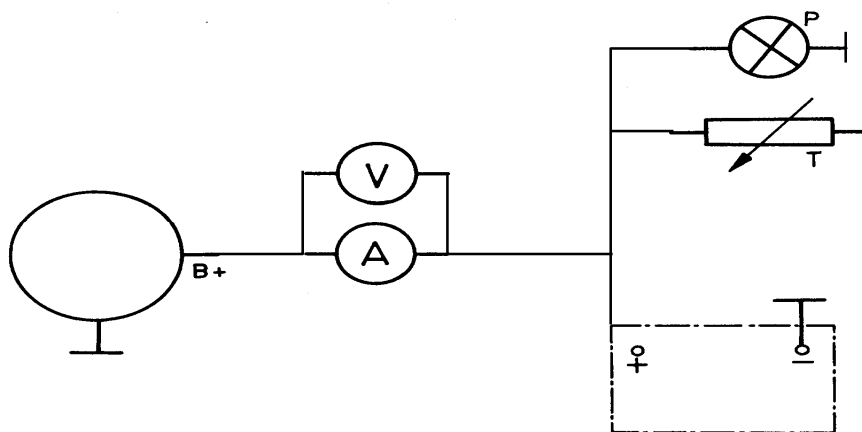
Kapasitas baterai arus alternator x 1 jam.

Bila kapasitas baterai tidak sesuai :

a) Terlalu kecil ; baterai cepat penuh

b) Terlalu besar ; baterai lama penuh

Cara pengukuran

Rangkaikanlah Ampermeter dan Voltmeter pada sistem pengisian !

Gambar 5 41. Rangkaian voltmeter dan ampermeter

P = Lampu indicator

T = Variabel resistor

U = Tegangan alternator

A = Arus alternator

Menginterprestasi hasil ukur dengan table

Contoh alternator 14 V 45 V.

Hasil ukur yang baik adalah voltmeter menunjuk *14* volt bersamaan ampermeter menunjuk *45* amper bila langsung diukur pada alternator.

Di dalam teknik dibuat toleransi seperti contoh tabel pengisian alternator :

Jenis alternator	Hasil regulasi tegangan (V)	Besaran arus (A)
6 V 40 A	6,8 7,2	38 40
12 V 30 A	13,8 14,5	28 30
28 V 55 A	27,7 29	43 55

- Pemilihan tegangan alternator tergantung pemakaian sistem tegangan pada mobil.
- Penentuan besar arus alternator tergantung perhitungan jumlah pemakaian.

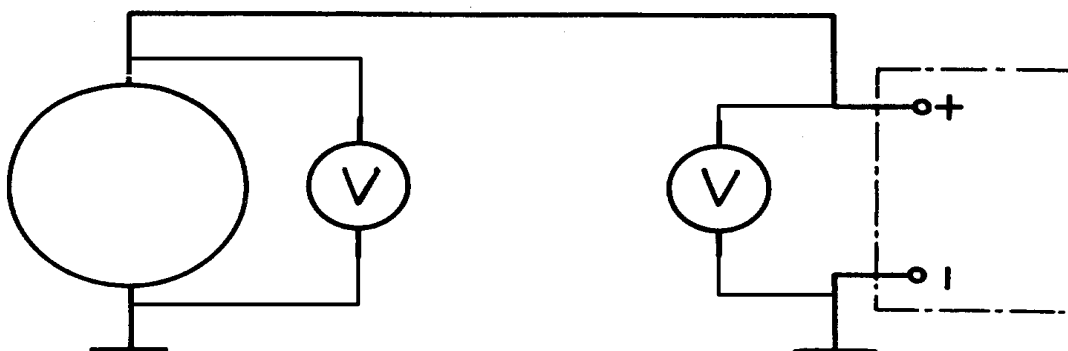
Mengukur kehilangan tegangan pada sistem pengisian

Kehilangan tegangan adalah : *Ada tegangan yang tidak dapat dimanfaatkan saat sistem bekerja.*

Contoh kehilangan tegangan

- *Kehilangan tegangan pada kabel*
- *Kehilangan tegangan pada saklar*
- *Kehilangan tegangan pada terminal*

Pengukuran kehilangan tegangan adalah pada kabel pengisian positif dan massa yang diukur dengan Voltmeter pada saat arus maksimal.

Rangkaikanlah Voltmeter untuk mengukur kehilangan tegangan positif dan massa.

Gambar 5 42. Pengukuran kehilangan tegangan

Kehilangan tegangan tidak boleh lebih dari :

Sistem Pengisian	: 7 Volt	0,2 Volt
	14 Volt	0,4 Volt
	28 Volt	0,8 Volt

5.1.3. Rangkuman

Alternator berfungsi untuk menyediakan energi listrik pada saat mesin hidup, sekaligus untuk mengisi arus batterai.

Fungsi rotor pada alternator adalah untuk membangkitkan medan magnet pada kuku kuku atau pool rotor

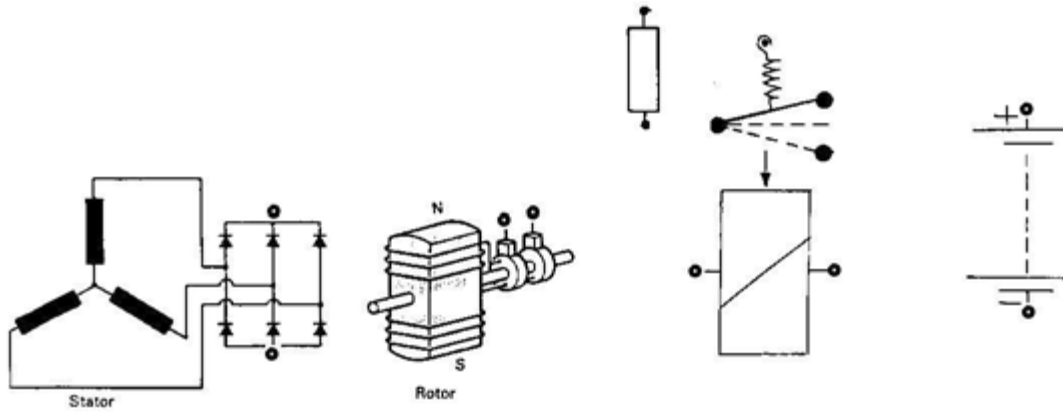
Fungsi kumparan medan adalah sebagai pembangkit arus listrik bolak balik 3 phase yang nantinya di searahkan oleh dioda dan dioda tersebut didinginkan oleh kipas pendingin

Regulator tegangan pada sistem pengisian berfungsi untuk meregulasi tegangan agar tetap stabil pada tegangan kerja / regulasi

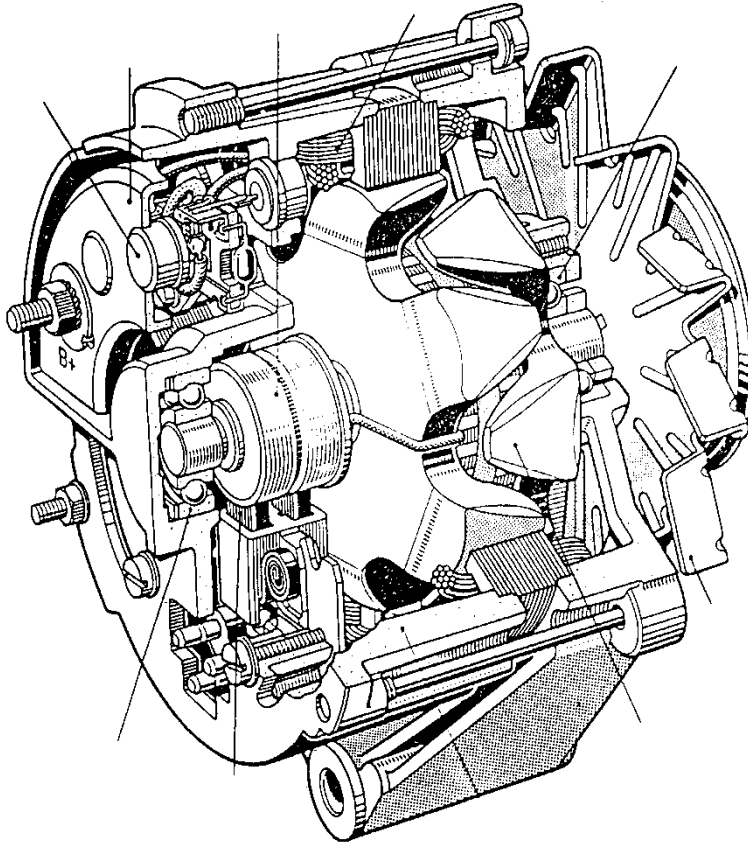
3 hal utama yang harus disesuaikan :

- Daya pemakai
- Kapasitas bateray
- Daya alternator

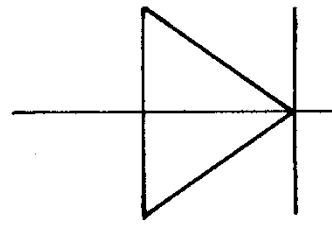
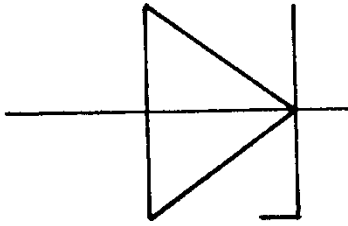
5.1.4.Tugas

Lengkapilah gambar rangkaian sistem pengisian di bawah ini

Gambar 5 43

5.1.5. Tes Formatif

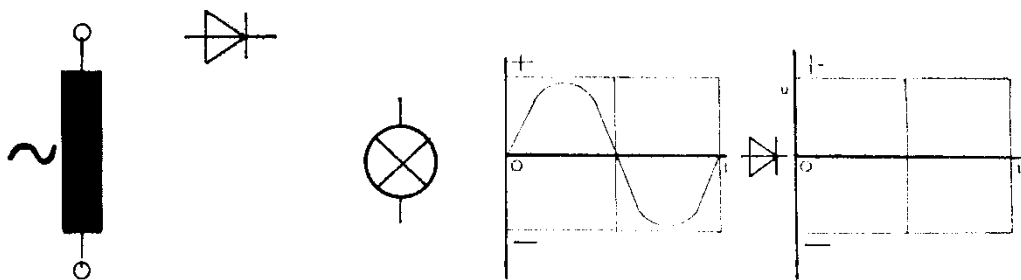
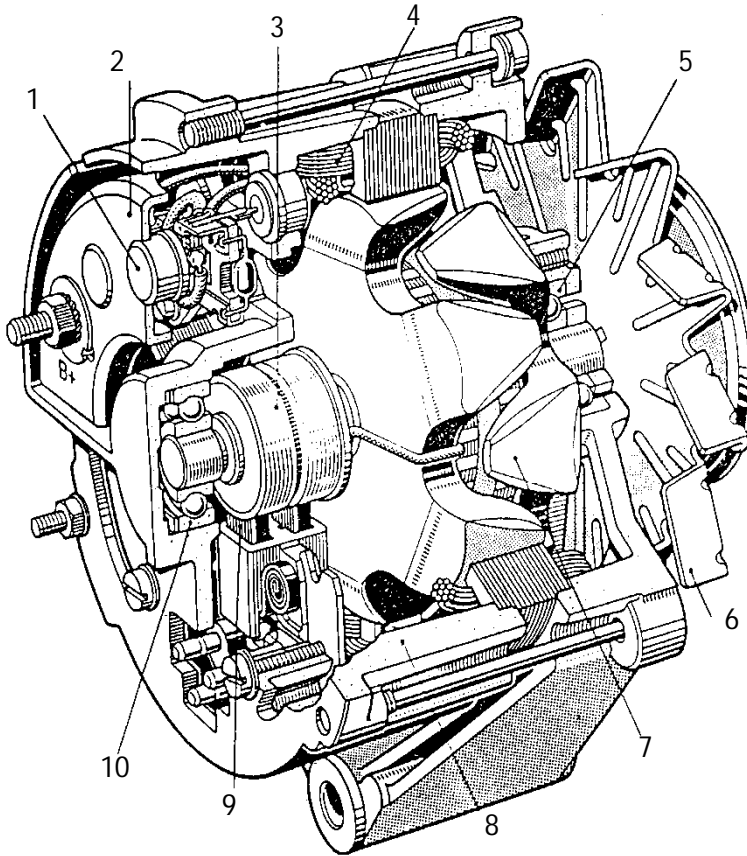
1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

Keterangan :

1. Dioda
2. Plat dudukan dioda
3. Cincin gesek
4. Kumparan pembangkit (stator)
5. Bearing depan
6. Kipas pendingin
7. Rotor (kumparan medan)
8. Sikat arang
9. Bearing belakang
10. Rumah stator

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari ....

3. 3 hal yang perlu diperhatikan pada sistem pengisian adalah :

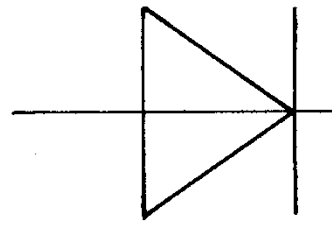
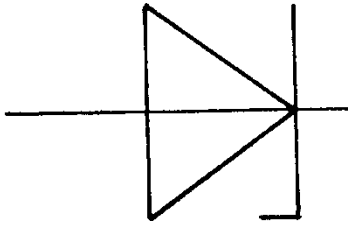
4. Regulator pada sistem pengisian berfungsi untuk

-

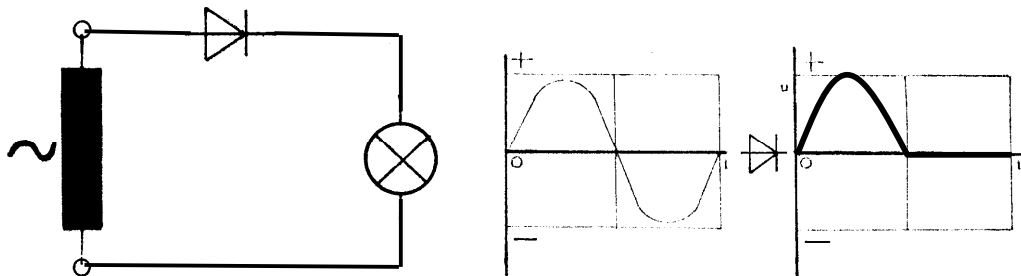
5. Lengkapi gambar penyearah 1 phase 1 diode berikut ini !

5.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

Keterangan :

1. Dioda
2. Plat dudukan dioda
3. Cincin gesek
4. Kumparan pembangkit (stator)
5. Bearing depan
6. Kipas pendingin
7. Rotor (kumparan medan)
8. Sikat arang
9. Bearing belakang
10. Rumah stator

2. Gambar di bawah ini adalah simbol dari *dioda zener dan dioda*

3. 3 hal yang perlu diperhatikan pada sistem pengisian adalah :
   - *Daya pemakai*
   - *Kapasitas bateray*
   - *Daya alternator*

4. Regulator pada sistem pengisian berfungsi untuk
   - *meregulasi tegangan agar tetap stabil pada tegangan kerja / regulasi*

5. Lengkapi gambar penyearah 1 phase 1 diode berikut ini !

5.1.7. Lembr kerja siswa

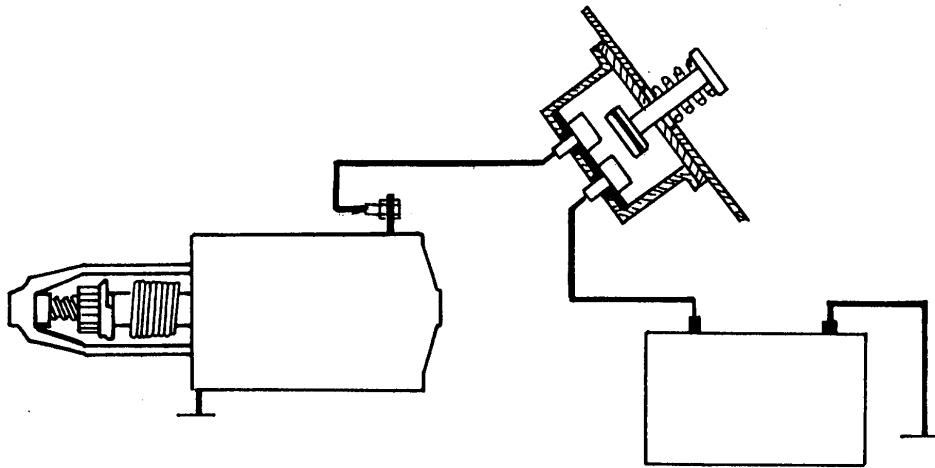
Crilah rangkaian wiring diagram sistem pengisian dengan regulator konvensional 2 relay dan gambarkan !

BAB VI

PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF
KELAS XI SEMESTER 1
PERTEMUAN 7 & 8

SISTEM STATER

6.1. Kegiatan Pembelajaran : Sistem Pengisian

Amatilah Rangkaian sistem stater di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 6. 1. Bagan stater sekrup

6.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem sistem stater serta menerangkan fungsi rangkaian sistem stater

6.1.2. Uraian Materi

6.1.2.1. Pendahuluan

Motor bakar yang merupakan sebuah mesin penggerak dari sebuah kendaraan bermotor tidak dapat melakukan putaran awal secara sendirinya, sedangkan supaya motor bakar atau mesin tersebut bisa berjalan harus ada putaran awal dengan putaran minimum tertentu. Oleh karena itu sebuahmotor bakar atau mesin dari sebuah kendaraan membutuhkan sebuah mekanisme penggerak awal yang sering disebut dengan sistem starter.

Sistem stater pada umumnya dibagi menjadi 3

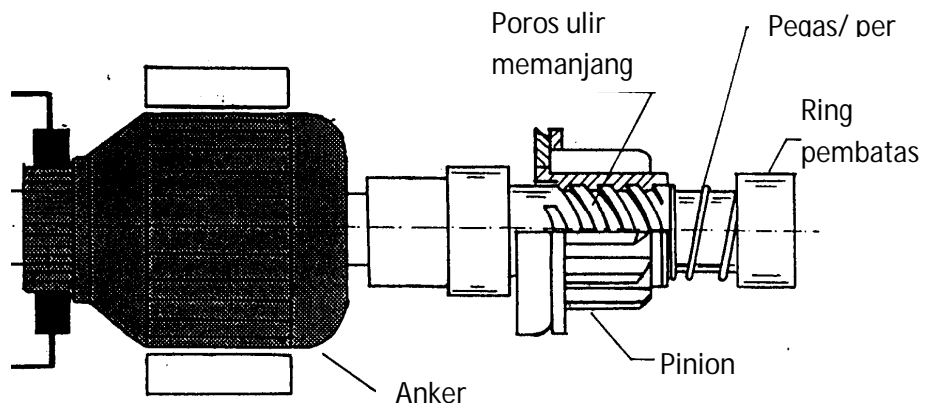
- Stater tangan (engkol / tarik)
- Stater kaki (kick starter)
- Stater listrik (elecktric starter)

Pada masa sekarang umumnya sistem stater yang terpasang pada mesin kendaraan bermotor adalah sistem stater listrik, terutama pada kendaraan bermotor roda 4 atau lebih.

Sistem stater listrik pada motor bakar memanfaatkan sebuah motor listrik atau sering disebut motor stater untuk memutar poros engkol agar didapatkan putaran awal dengan kecepatan putaran tertentu, saat mesin sudah hidup motor stater tidak bekerja lagi

Motor stater listrik pada kendaraan bermotor sesuai dengan cara kerjanya dibedakan menjadi:

- Stater skrup
- Stater dorong skrup
- Stater angker dorong
- Stater batang dorong pinion

6.1.2.2. Starter Sekrup

Gambar 6. 2. Konstruksi stater sekrup

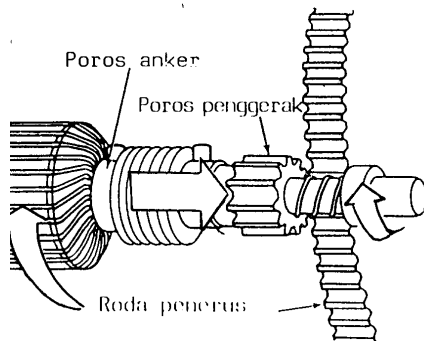
Konstruksi dasar penggerak pinion starter sekrup (starter Bendix)

Konstruksi :

- Pinion melakukan gerakan menyekrup maju dan mundur pada poros berulir memanjang yang diputar oleh anker
- Pegas penahan pinion berfungsi menahan pinion sewaktu motor hidup dan starter tidak bekerja

Prinsip kerja :

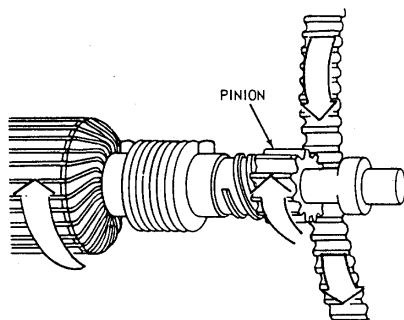
- Gerakan menyekrup maju pinion untuk berhubungan dengan roda gaya diakibatkan adanya kelembaman massa/ terlempar pada pinion sewaktu sewaktu poros berulir memanjang mulai berputar cepat
- Gerakan menyekrup mundur pinion untuk melepaskan hubungan dengan roda gaya diakibatkan saat motor dipercepat oleh roda gaya sehingga pinion meyekrup mundur

Cara kerja

Gambar 6. 3. Gerakan menyekrup maju

Gambar 6. 4. Posisi mengait

Anker mulai berputar cepat pinion dengan kelembaman massanya bergerak menyekrup maju ke arah gaya

Starter bekerja, momen putar dari anker langsung ke roda gaya

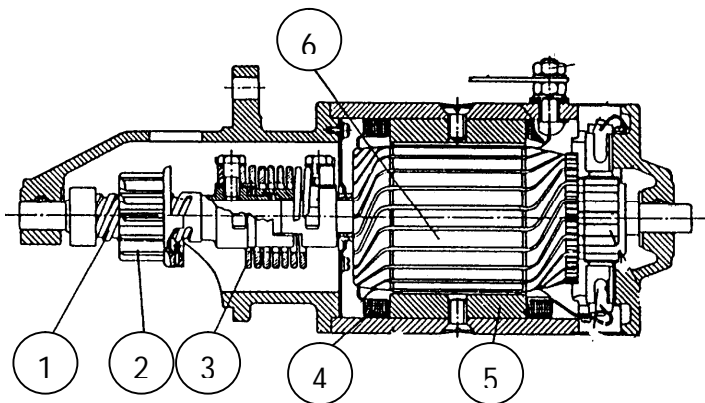
Motor mulai hidup, putaran roda gaya mempercepat putaran pinion sehingga

Gambar 6. 5. Gerakan menyekrup mundur

Keuntungan :

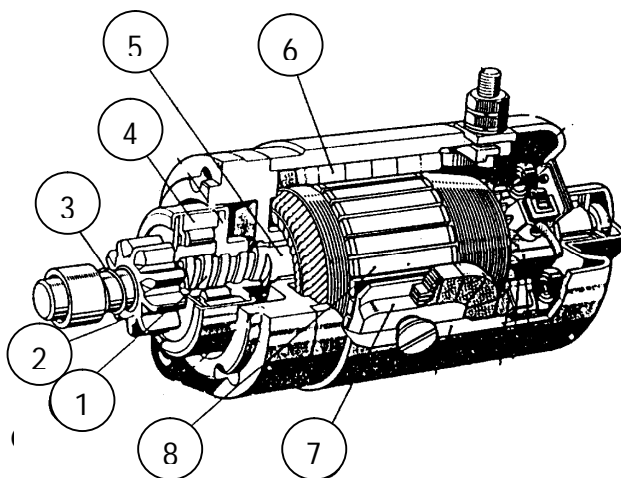
- Bentuk konstruksi sederhana
- Konstruksi murah
- Tidak menggunakan solenoid

Kerugian :

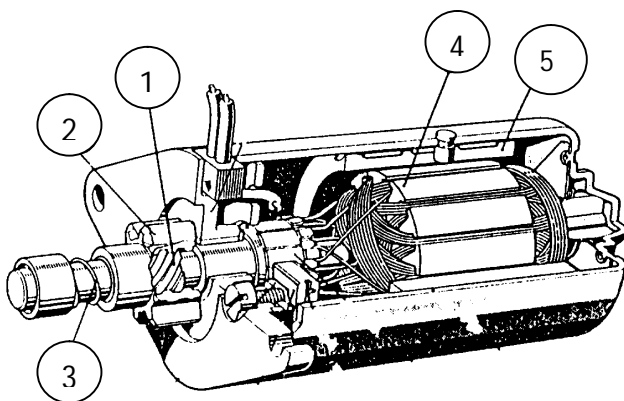
- Jika motor mulai hidup, pinion cepat terlepas/menyekrup mundur dari roda gaya sebelum motor berhasil hidup
- Jika start tidak berhasil menghidupkan motor maka untuk start lagi harus menunggu starter berhenti
- Timbul suara yang keras/kurang enak saat pinion mulai berhubungan dengan roda gaya

Starter sekrup (Bendix) tanpa kopling jalan bebas

1. Poros berulir memanjang
2. Pinion
3. Pegas peredam kejut
4. Kumparan medan
5. Sepatu kutup
6. Anker

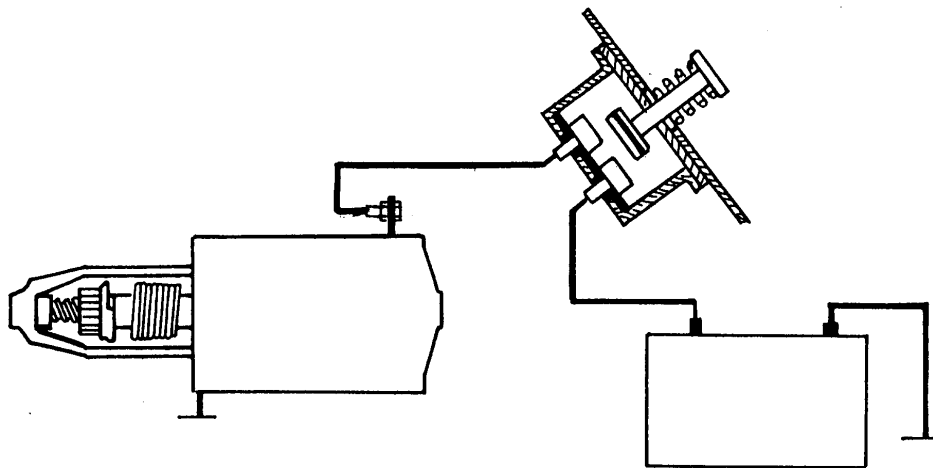
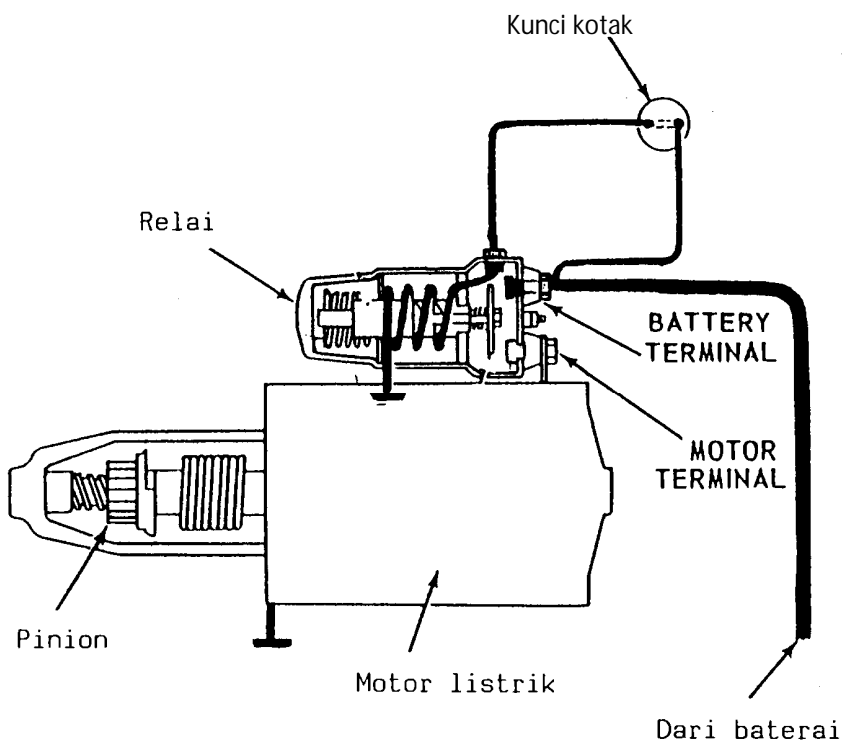
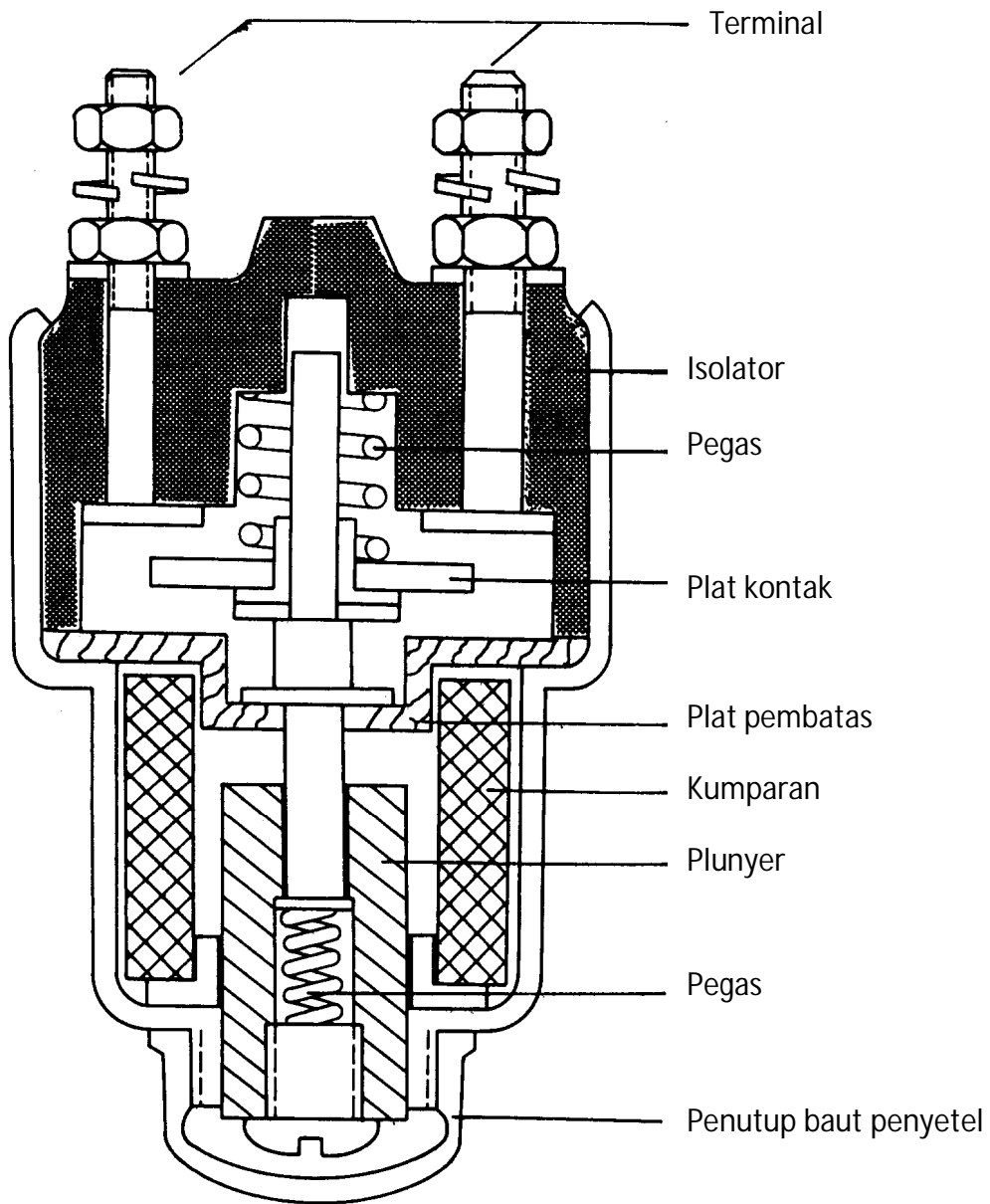
n bebas

Starter sekrup (Bendix) dengan kopling jalan bebas

1. Ulir memanjang
2. Pinion
3. Pegas pengembali
4. Kopling jalan bebas
5. Poros anker
6. Kumparan medan
7. Sepatu kutub
8. Anker

oling jalan bebas

Starter sekrup tanpa kopling jalan bebas dan menggunakan motor dengan magnet permanen

1. Poros ulir memanjang
2. Pinion
3. Pegas pengembali
4. Anker
5. Magnet permanen

oling jalan bebas

Starter sekrup dengan rangkaian kontak mekanis (sakelar kaki)

Starter sekrup dengan rangkaian kontak elektro magnetis (Relai)

Relai Starter

Macam konstruksi starter sekrup dapat dibedakan menurut :

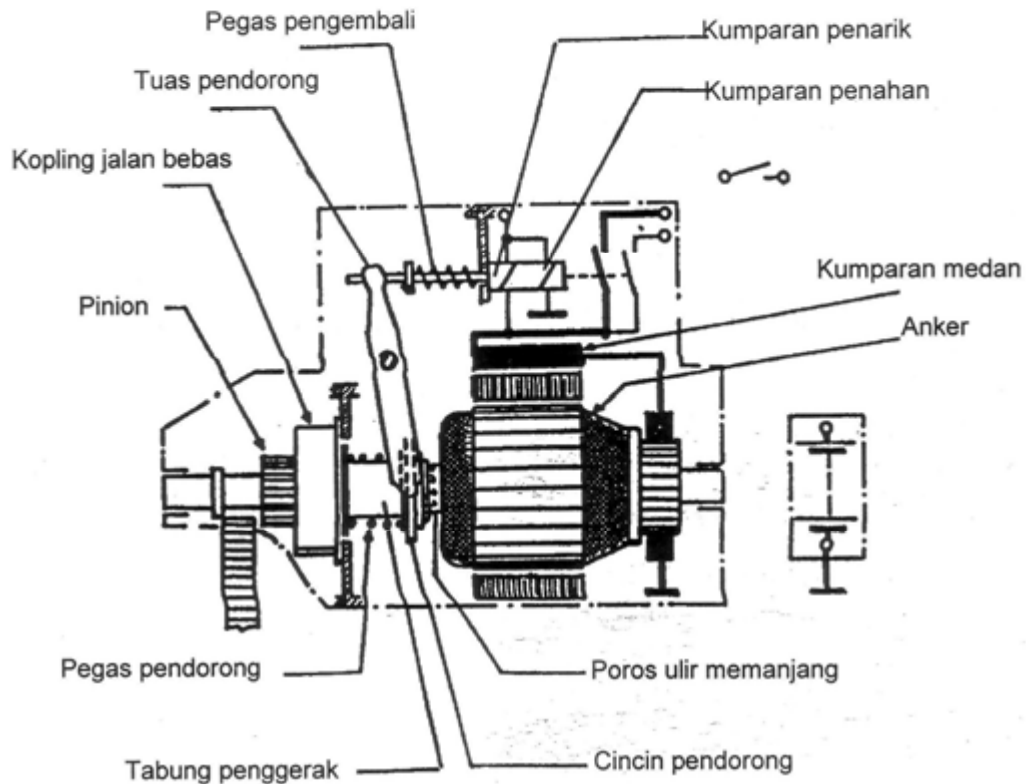
1. Penggerak unit pinion
   a Starter sekrup tanpa kopling jalan bebas
   Pegas peredam kejut berfungsi meredam kejutan saat pinion berhubungan dan meneruskan momen putar dari poros anker ke poros berulir memanjang
   b Starter sekrup dengan kopling dengan kopling jalan bebas
   Dengan kopling jalan bebas maka sewaktu motor mulai akan hidup pinion tetap akan berkaitan dengan roda gaya

2. Macam penggunaan motor listrik
   a. Motor seri
   b. Motor listrik dengan magnet permanen

   Keuntungan motor dengan magnet permanen
   - Bentuk konstruksi sederhana
   - Bentuk lebih kecil
   - Putaran konstan, karena medan magnet pada sepatu kutub tetap pada setiap keadaan

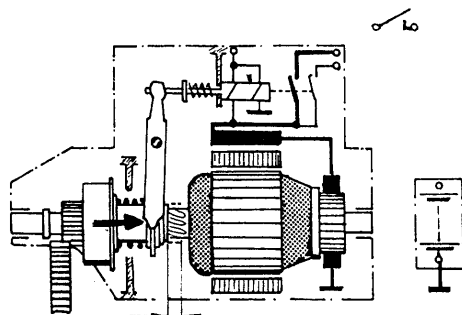
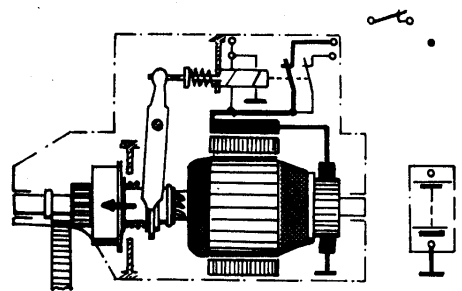
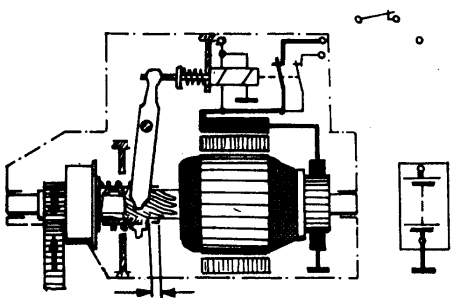
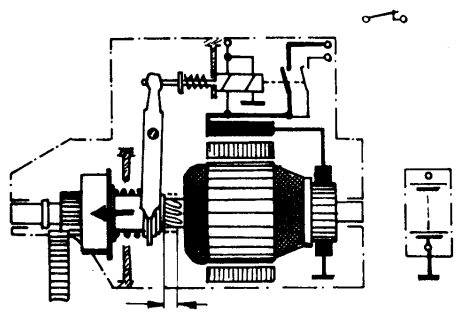
   Kerugian :
   Tanpa reduksi putaran momen putar kecil (terbatas) sehingga hanya untuk motor kecil

3. Macam rangkaian listrik
   a. Dengan sakelar mekanis
      - Bentuk sederhana tapi mkurang nyaman dalam penggunaannya
      - Kabel yang digunakan lebih panjang sehingga kerugian tegangan lebih besar
   b. Dengan relai :
      - Rangkaian menjadi praktis
      - Kabel ke motor starter lebih pendek sehingga kerugian tegangan kecil
      - Dapat dikendalikan dengan kunci kontak

6.1.2.3. Starter Dorong dan Sekrup

Gambar 6. 12. Skema konstruksi starter dorog dan sekrup

Konstruksi dasar starter dorong dan sekrup terdiri dari :

1. Motor listrik arus searah, sebagai pembangkit tenaga
2. Unit pengerak pinion yang terdiri dari
   a. Pinion
   b. Kopling jalan bebas & tabung penggerak
   c. Poros berulir memanjang (anker)
   d. Truas pendorong
3. Solenoid, berfungsi sebagai relai dan penggerak tuas pendorong

Proses gerakan dorong menyekrup maju & mundur pinion

Gambar 6. 13. Proses kerja stater dorong dan sekrup

Menghubungkan

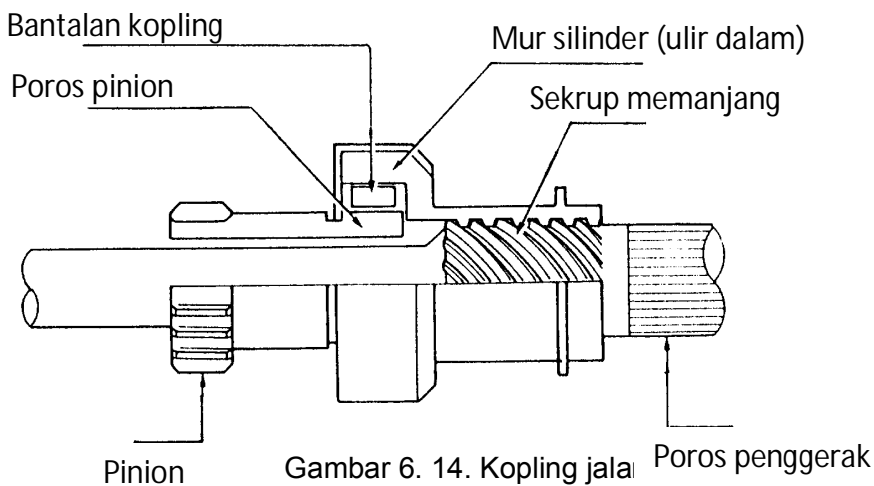
Kunci kontak "ON" → kumparan tarik dan kumparan tiksasi membentuk medan magnet ---poros solenoid tertarik pegas. Luas pendorong mendorong pegas penghantar, kopling jalan bebas dan pinion kearah roda gaya → terjadi gerakan dorong sekaligus menyekrup hingga pinion berhubungan dengan roda gaya.

Akhir gerakan luas pendorong → kontak utama terhubung, arus besar mengalir dan arus pada kumparan tarik menjadi nol.

→ Motor starter bekerja, momen putar dari anker diteruskan ke roda gaya sewaktu gigi pinion tidak berhasil masuk pada gigi roda gaya tuas pendorong akan terus mendorong pegas pendorong→ pegas terkompres (pegas dibuat tidak keras) → hingga kontak utama terhubung , starter bekerja dengan dorongan pegas dan kelembapan massa pinion saat starter mulai berputar pinion dapat menyekrup maju hingga berkaitan dengan roda gaya.

Melepaskan

Kunci kontak "OFF", arus pada kumparan fiks tuas, medan magnet hilang. Poros solenoid menarik tuas dengan bantuan pegas → pinion tertarik dan menyekrup mundur, kontak utama terputus jika pinion macet → ada kelonggaran antar tuas dan poros solenoid me-mungkinkan kontak utama tetap dapat terputus.

Kopling jalan bebas

Gambar 6. 14. Kopling jala

Saat menhidupkan starter

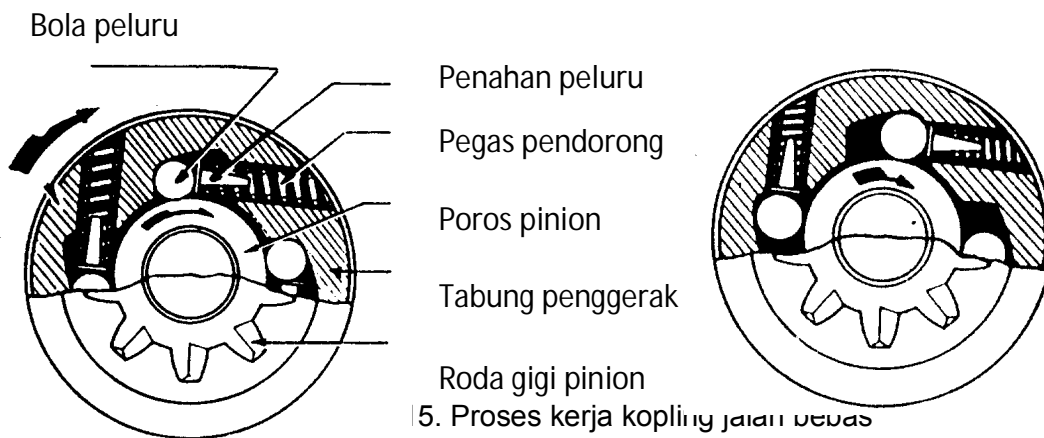
Saat motor mulai hidup

Penahan peluru

Pegas pendorong

Poros pinion

Tabung penggerak

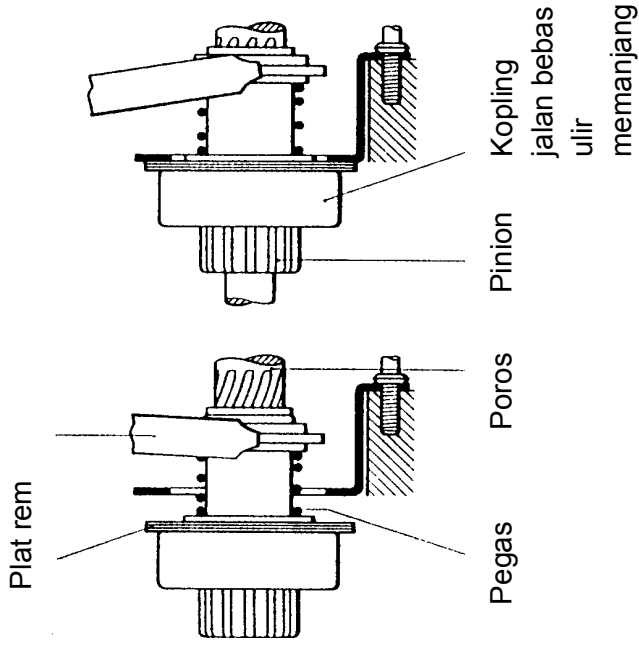
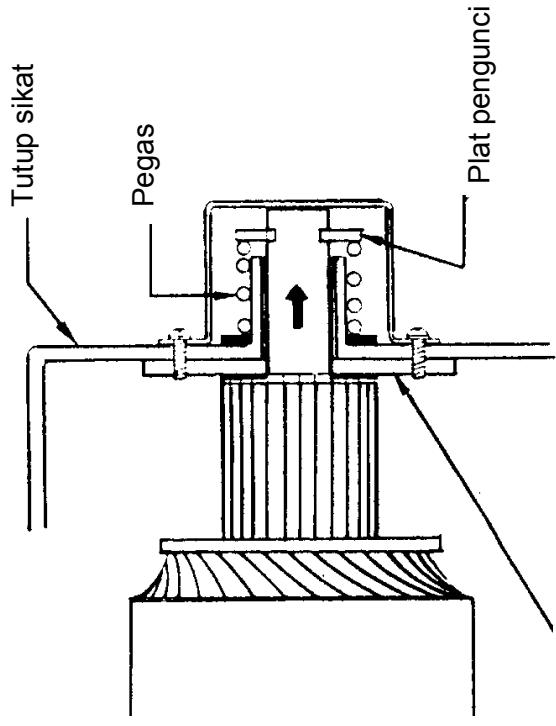
Roda gigi pinion

5. Proses kerja kopling jalan bebas

Rumah kopling diputar oleh poros penggerak ---- bantalan peluru menggelincir kebagian takik sempit poros pinion sehingga poros pinion ikut berputar

Pinion diputar cepat oleh roda gaya akibatnya pinion berputar lebih cepat dari bantalan ---- bantalan peluru menggelincir ke bagian takik yang lebar sehingga peluru tidak terjepit antara poros pinion dan tabung pengerak Poros pinion terbebas dari putaran poros anker

Rem anker

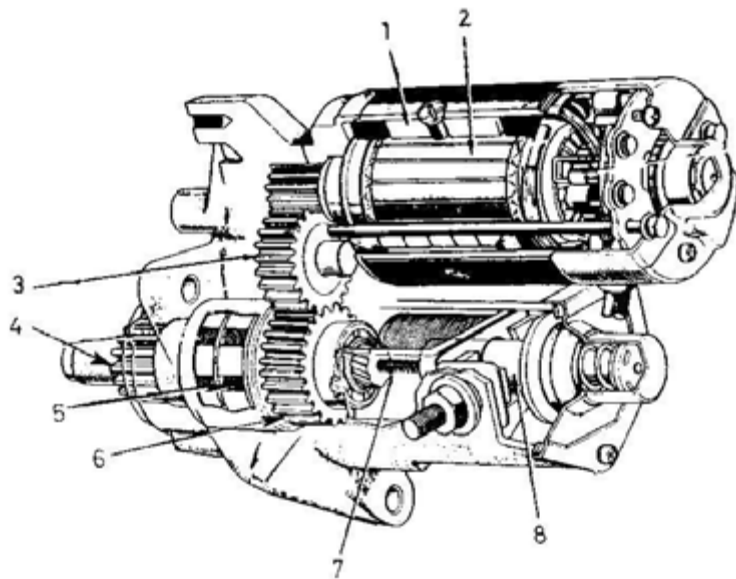
Fungsi : menghentikan dengan segera putaran anker untuk memungkinkan dapat distart lagi secepat mungkin

Rem anker dengan plat rem

Rem anker dengan pegas rem dan plat pengunci

Gambar 6. 16. Rem anker

Plat gesek pada rem anker mempunyai nilai gesek yang cukup dapat menghentikan putaran anker jika bergesekan dengan plat penahan

Gesekan pengereman terjadi pada plat pemegang sikat dengan ujung komutator dan plat pengunci dengan pegas rem

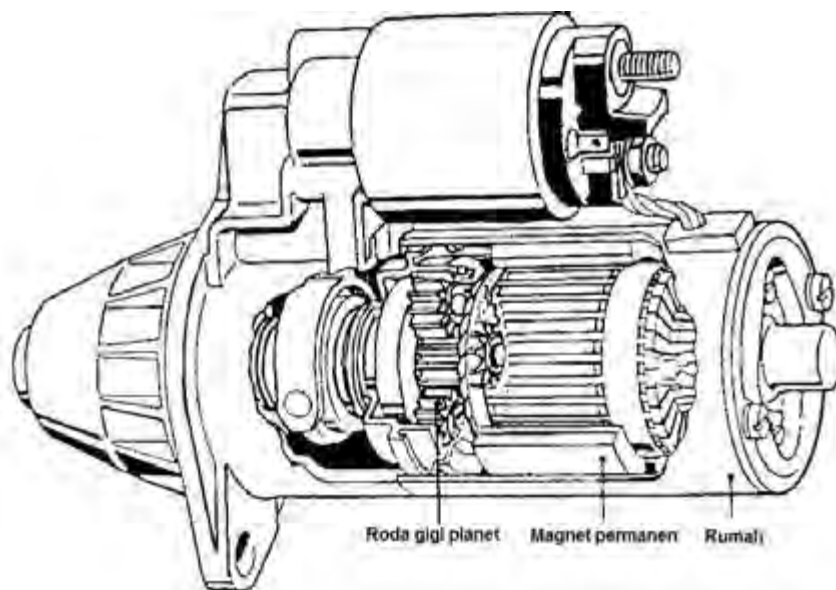
Konstruksi stater dorong skrup

Gambar 6. 17. Konstruksi stater dorong skrup

Keterangan

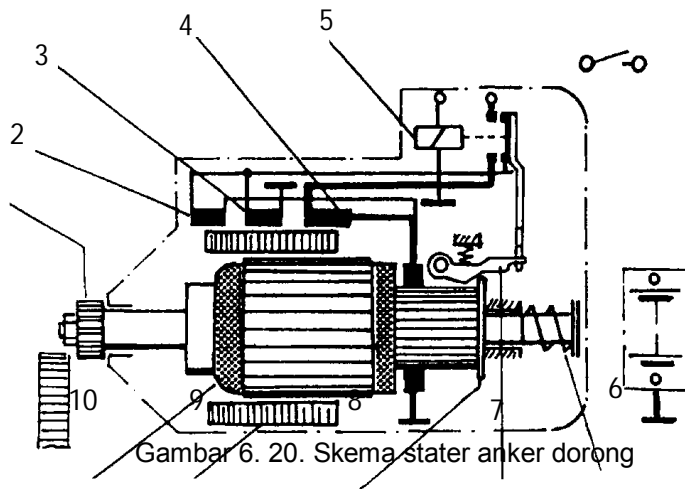
1. Plat Kontak
2. Terminal
3. Kontak
4. Solenoid
5. Kumparan tarik
6. Kumparan penahan
7. Pegas pengembali
8. Tuas pendorong
9. Pegas penghantar
10. Plat rem
11. Rumah kopling
12. Pinion
13. Poros Ulir memanjang
14. Kopling jalan bebas
15. Plat penahan
16. Ring penghantar
17. Kumparan medan
18. Anker
19. Sepatu kutup
20. Rumah stator
21. Sikat arang
22. Komutator
23. Pegas sikat
24. Tutup bagian belakang

Stater dorong dan skrup dengan gigi reduksi

Gambar 6. 18. Stater dorong skrup dengan gigi reduksi

Stater dorong dan skrup dengan gigi reduksi dan magnet permanen

Gambar 6. 19. Stater dorong skrup dengan magnet permanen

6.1.2.4. Starter Anker Dorong

Gambar 6. 20. Skema stater anker dorong

Konstruksi dasar

1. Pinion
2. Kumparan penarik
3. kumparan fiksasi/penahan
4. Kumparan seri/utama
5. Relai starter
6. Pegas pengembali
7. Tuas penahan
8. Piringan pelepas
9. Sepatu kutup
10. Anker

- Gerakan dorong aksial pinion dilakukan oleh langsung oleh anker itu sendiri. Oleh sebab itu komutator dibuat panjang
- Starter anker dorong mempunyai 3 kumparan

  Kumparan penarik .(2)

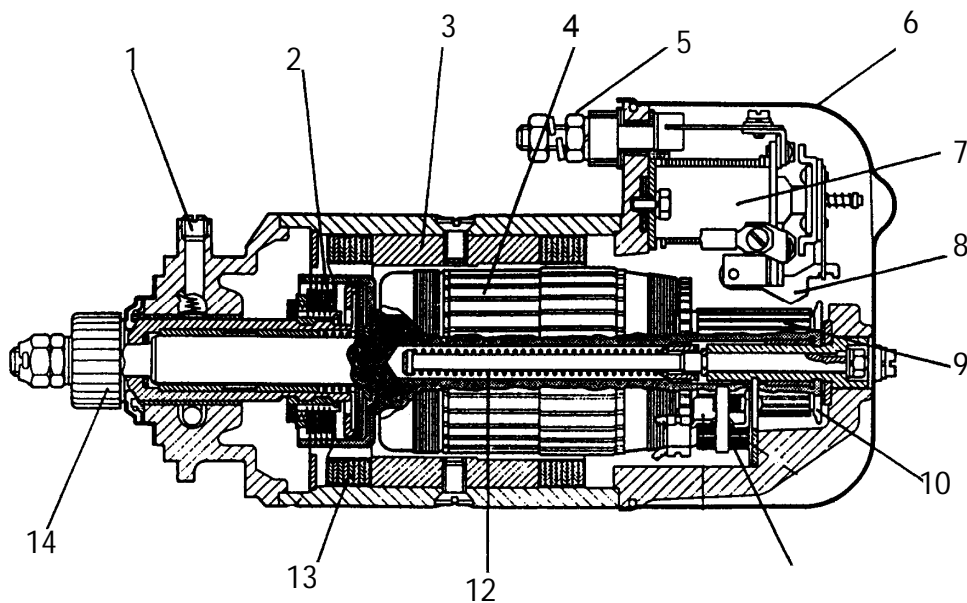
  Kumparan fiksasi / penahan (3)

  Kumparan seri / utama

  Kumparan penarik dirangkai seri terhadap anker berfungsi untuk mendorong maju anker selama proses pengaitan pinion pada roda gaya. Arus seri itu memutar anker pelan-pelan supaya pinion mudah mengait.

  Kumparan fiksasi (penahan) selalu beketrja supaya anker tetap pada posisi start.

  Kumparan utama (medan) baru bekerja pada saat pinion mengait penuh..

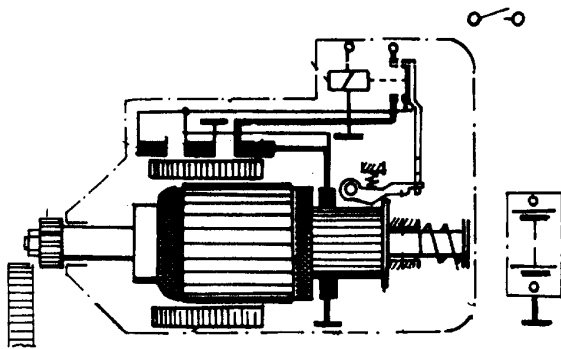
Nama bagian- bagian

Gambar 6. 21. Konstruksi stater anker dorong

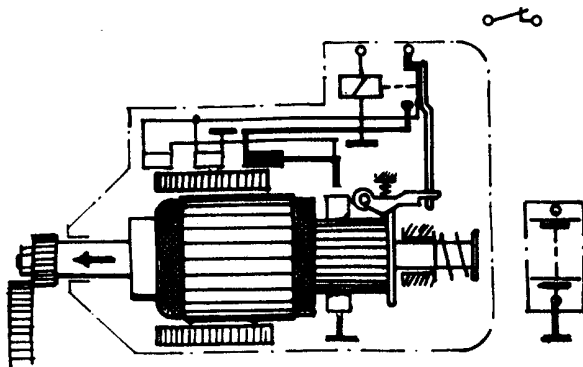
1. Lubang servis pelumasan
2. kopling plat ganda
3. Sepatu kutup
4. Anker
5. Terminal 30
6. Tutup belakang
7. Relai starter
8. Tuas penahan
9. Komutator
10. Piringan pelepas
11. Sikat arang
12. Pegas pengembali
13. Kumparan stator
14. Pinion

Kegunaan

Starter anker dorong digunakan motor – motor bertenaga menegah seperti truk besar, traktor, pembangkit tenaga listrik dan lain – lain.

Starter anker dorong mempunyai tenaga putar + 2,5 ÷ 6 HP

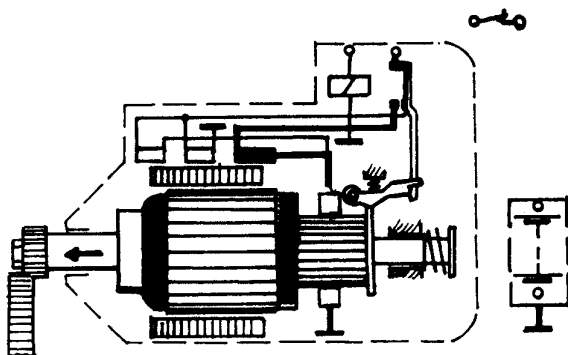
Proses kerja starter anker dorong

Posisi diam

- Kunci kontak “OFF” --- anker dan relai belum dialiri listrik
- Kedudukan anker sedikit diluar kumparan medan
- Pinion tidak berkaitan dengan rida gaya

Langkah 1 menghubungkan

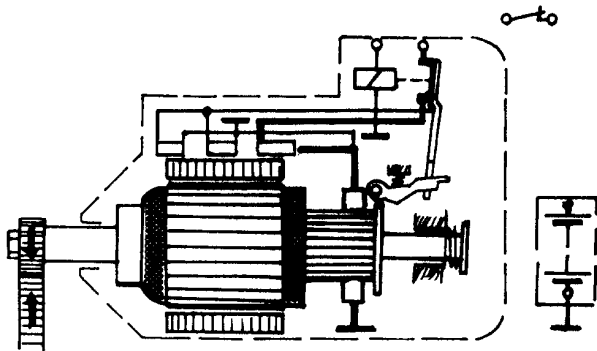
Kunci kontak “ON” ----- relai bekerja dan kontak penghubung pertama terhubung kumparan penarik dan kumparan fiksasi membangkit medan magnet.

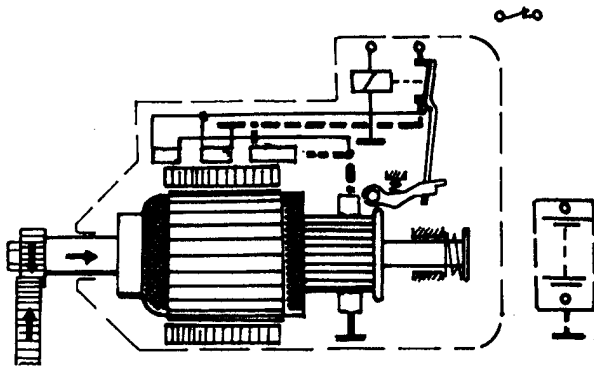
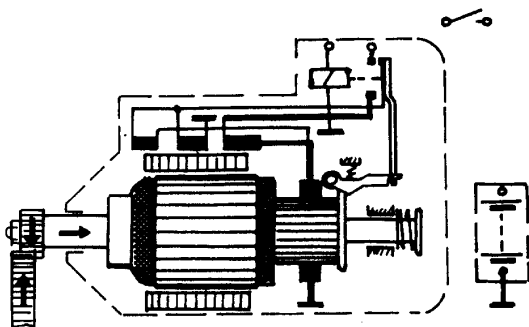
Anker ditarik kearah kumparan medan dan berputar lambat________________________

____

_____

Anker terus maju hingga pinion mulai mengait.

Tuas penahan terangkat oleh piringan pelepas

Gambar 6. 22. Proses kerja stater anker dorong

Langkah 2

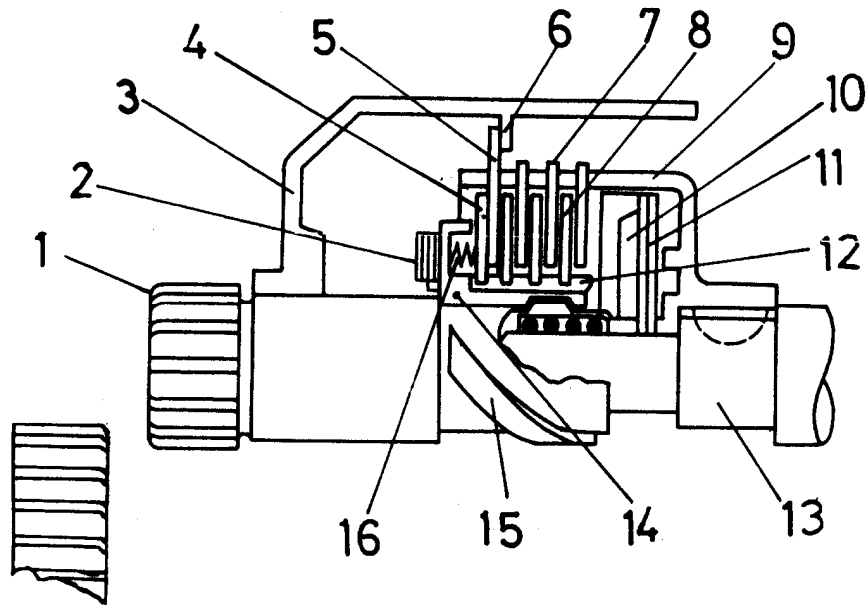
- Pinion mengait penuh
- Sewaktu tuas penahan terangkat penuh, relai menarik kontak penghubung hingga kontak terhubung penuh
  ---- Arus utama mengalir kekumparan seri ----Anker ---- Massa ----Starter bekerja
- Kumparan fiksasi dan penarik tetap bekerja

Motor sudah hidup, putaran anker naik , arus pada kumparan seri menurun. Hanya kumparan fiksasi menahan anker tetap dalam kedudukannya

Langkah melepaskan

Sakelar start "OFF", arus pada kumparan relai terputus sehingga semua kumparan tidak bekerja lagi ---- pegas pembalik mengembalikan anker pada posisi diam (starter tidak bekerja)

Gambar 6. 23. Proses kerja stater anker dorong

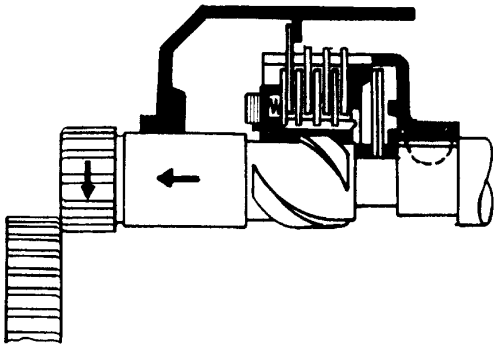
Kopling pelat ganda

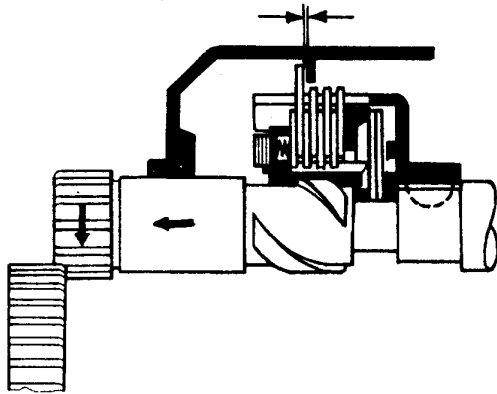
Fungsi :

a. Sebagai kopling jalan bebas saat motor sudah hidup
b. Sebagai kopling beban lebih yang melindungi :
   Motor starter supaya tidak terbakar
   Motor dari kerusakan saat motor macet

Gambar 6. 24. Konstruksi kopling pelat ganda

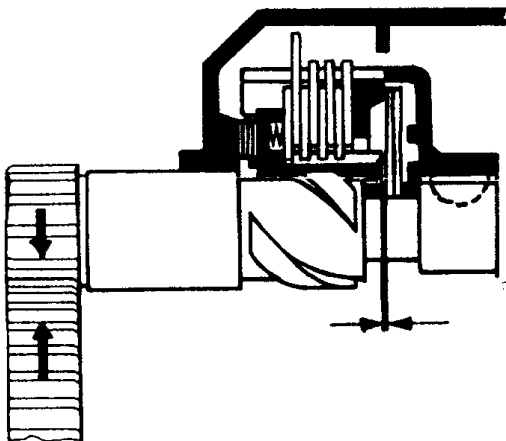
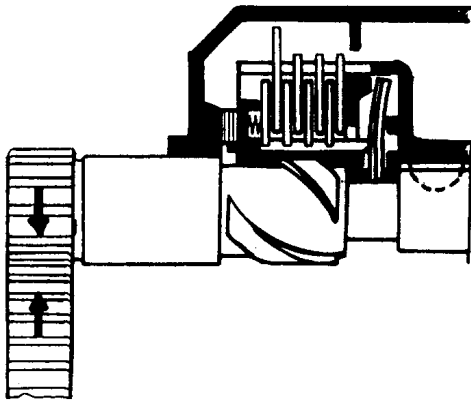
Bagian-bagian :

1. Pinion
2. Ring aksial
3. Body starter
4. Plat gesek
5. Plat penghenti
6. Ring penghenti
7. Plat kopling luar
8. Plat kopling dalam
9. Rumah plat kopling luar (dihubungkan dengan anker)
10. Ring pendorong
11. Pegas piringan
12. tabung pendorong
13. Poros anker
14. Mur tekan
15. Poros berulir memanjang
16. Pegas

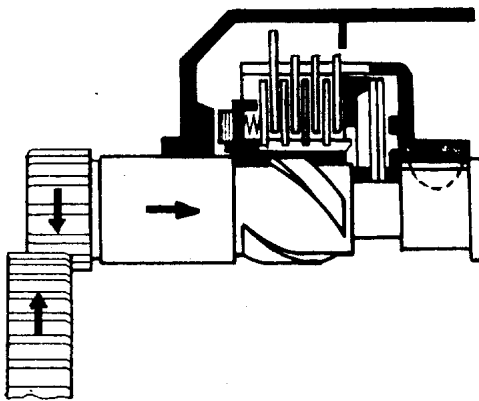
Gerak pinion bergesek pada gigi roda gaya

- Pinion terdorong maju dan diputar lambat oleh anker saat starter mulai bekerja
- Mur tekan dihentikan oleh gesekan plat penghenti dan ring penghenti
- Perpindahan perputaran terjadi dari anker ke rumah plat kopling luar ... olat penghenti ... plat gesek ... mur tekan ... pinion.
- Momen putar yang dipindahkan kecil

Pinion mulai mengait pada roda gaya

- Anker terus mendorong pinion sambil berputar lambat hingga pinion mulai mengait pada roda gaya
- Plat penghenti mulai terangkat dari ring penghenti
- Karena pinion belum bisa berputar mur tekan akan mundur dan menekan plat-plat kopling

Starter bekerja

Gambar 6. 25. Proses kerja gigi pinion

- Ring aksial berhenti pada body starter. Sakelar utama terhubung, momen putar anker yang besar menekan mur tekan ke plat-plat kopling sehingga momen putar dapat dipindahkan.
- Terjadi perpindahan momen putar dari poros anker ke rumah plat kopling luar .... plat kopling luar ....plat kopling dalam .... mur tekan .... pinion .... roda gaya.

Saat beban lebih

- Bila terjadi beban lebih ----- tabung pendorong menekan pegas piringan akibat dari gerakan menyekrup mundur mur tekan
- Ring pendorong tidak mendapat tekanan dari pegas piringan sehingga kopling slip

Saat terjadi putaran lebih

- Bila terjadi putaran lebih saat motor sudah hidup --- terjadi gerak menyekrup maju oleh mur tekan sehingga tidak terjadi tekanan pada plat-plat kopling --- kopling bebas

Gambar 6. 26. Proses kerja gigi pinion

Keuntungan

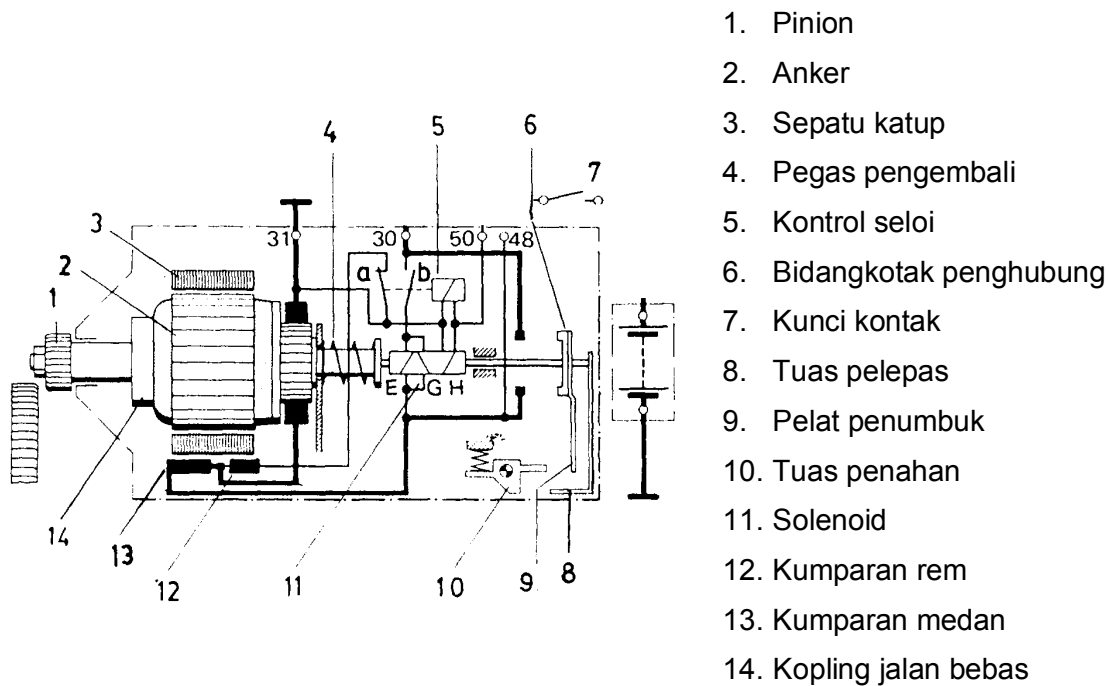
- Tenaga putar cukup besar antar 2,5 – 6 HP
- Mempunyai pengaman yang baik terhadap momen putar dan putaran yang berlebihan

Kerugian

- Konstruksi komutator panjang
- Keausan komutator bagian belakang lebih besar daripada bagian depan

6.1.2.5. Starter Batang Dorong Pinion

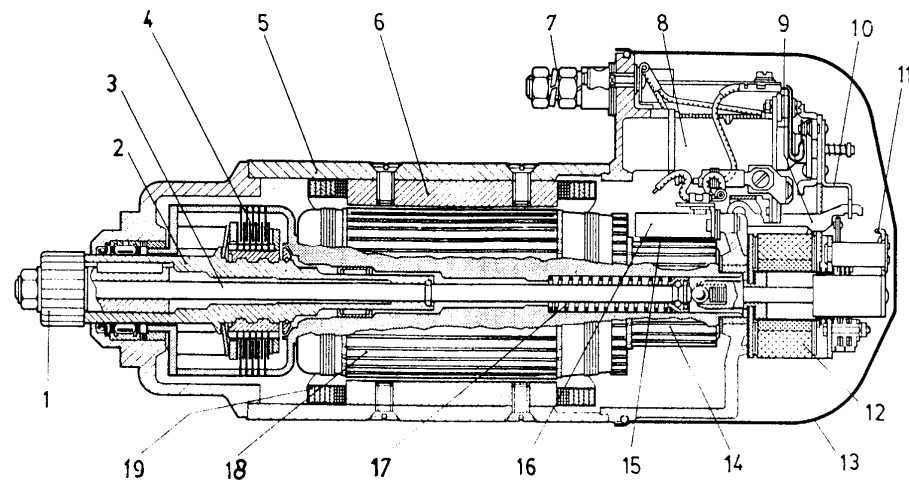
Konstruksi dasar

1. Pinion
2. Anker
3. Sepatu katup
4. Pegas pengembali
5. Kontrol seloi
6. Bidangkotak penghubung
7. Kunci kontak
8. Tuas pelepas
9. Pelat penumbuk
10. Tuas penahan
11. Solenoid
12. Kumparan rem
13. Kumparan medan
14. Kopling jalan bebas

Gambar 6. 27. Skema stater batang dorong pinion

1. Pada poros anker terdapat lubang untuk batang dorong. Batang dorong dihubungkan dengan roda gigi pinion dan digerakkan oleh solenoid

2. Poros pinion dan poros anker dihubungkan dengan kopling plat ganda
   Starter batang dorong pinion mempunyai dua kumparan :
   - Kumparan medan, yang dirangkai seri dengan anker
   - Kumparan pengereman , yang berfungsi sebagai rem anker
   - Kumparan medan baru bekerja setelah pinion mengait penuh

3. Solenoid dengan batang dorong berfungsi untuk :
   - Mendorong pinion hingga mengait dengan roda gaya
   - Menhubungkan arus utama untuk memutarkan anker

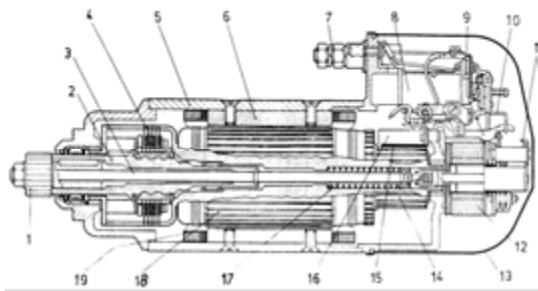
Nama bagian

Gambar 6. 28. Konstruksi starter batang dorong pinion (Bosch type KB)

1. Pinion
2. Poros penggerak berulir memanjang
3. Batang dorong
4. Kopling plat ganda (kopling jalan bebas)
5. Rumah katup
6. Sepatu katup
7. Terminal 30
8. Kontrol relai
9. Tuas penahan
10. Plat penumbuk
11. Tuas pelepas
12. Solenoid
13. Tutup belakang
14. Komutator
15. Sikat arang
16. Pemegang sikat
17. Pegas pengembali
18. Anker
19. Kumparan stator

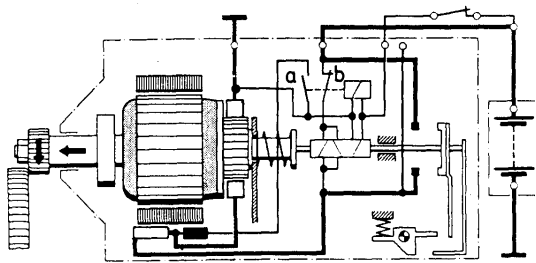
Kegunaan :

Starter batang dorong digunakan pada motor diesel yang bertenaga besar seperti pada diesel generator berdaya besar, diesel pada kapal laut dan lain-lain.

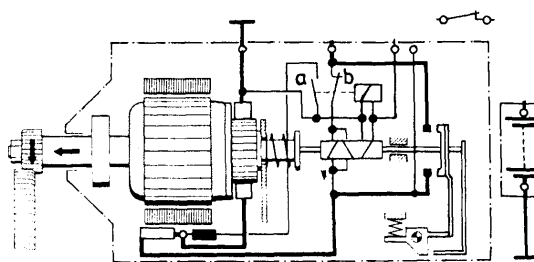
Daya yang dihasilkan motor starter batang dorong antara 6 – 18 Hp = 4,5 – 14 Kw

Cara kerja

Langkah 1 menghubungkan

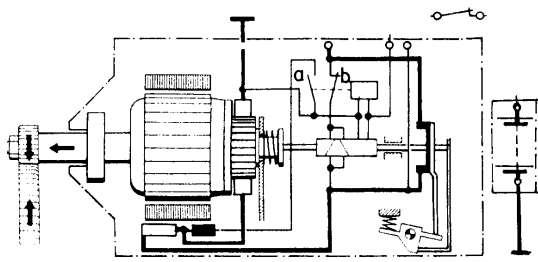
Sakelar tertutup, dalam waktu yang bersamaan kumparan fiksasi dan kumparan kontrol relai bekerja..

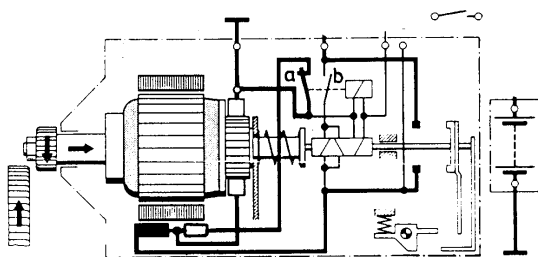
Kontrol relai membuka kontak diam (a),maka arus pada kumparan rem tidak mengalir

Setelah kontak b tertutup, arus mengalir pada kumparan tarik pada solenoid dan kumparan medan

Kumparan ini dihubung seri terhadap anker, maka anker berputar lambat.

Pinion terdorong maju oleh batang dorong, kopling plat ganda meneruskan putaran dari poros anker ke poros pinion

Medan magnet kumparan tarik pada solenoid terus mendorong batang dorong sehingga pinion mulai mengait dengan roda gaya

Arus utama belum terhubung, momen putar masih kecil.

Gambar 6. 29. Proses kerja stater batang dorong pinion

Langkah 2

- Pinion mengait, plat penumbuk menekan tuas penahan turun kontak utama terhubung
- Arus utama mengalir ke kumparan medan --- anker --- massa --- starter bekerja
- Kumparan fiksasi pada solenoid menahan pinion tetap mengait
- Perpindahan momen putar besar terjadi dari poros anker --- kopling plat ganda --- poros pinion --- pinion roda gaya

Melepaskan

Sakelar terbuka, arus pada kontrol relai, komponen fiksasi pada solenoid terputus, pegas mengembalikan pinion pada kedudukan semula (diam). Kontak (a) tertutup, pengereman poros anker dilakukan dengan kumparan rem

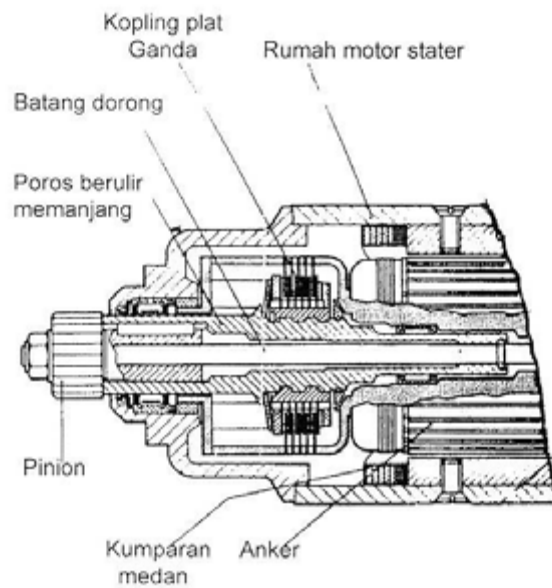
Gambar 6. 30. Proses kerja stater batang dorong pinion

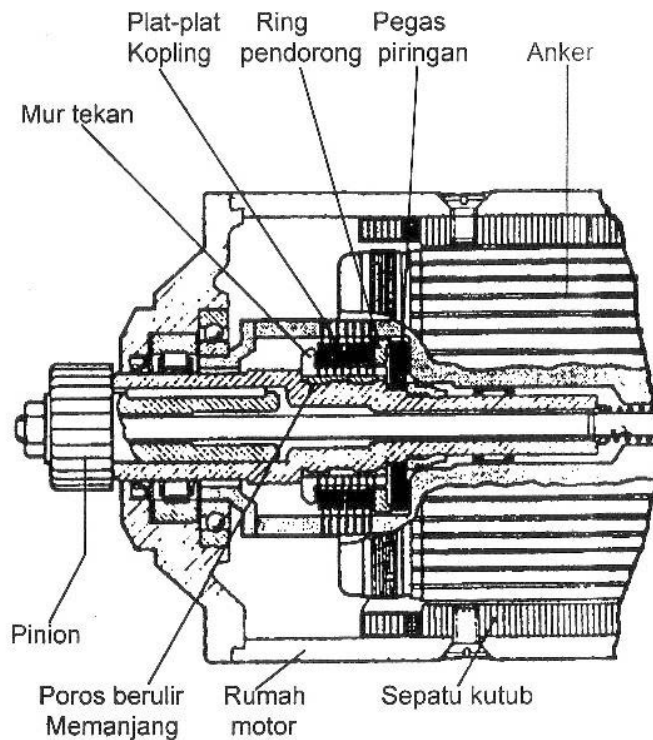
Kopling plat ganda

Fungsi :

- Sebagai kopling jalan bebas saat motor sudah hidup
- Sebagai kopling pengaman terhadap momen putar yang berlebihan

Cara kerja dari kopling plat ganda starter batang dorong hampir sama dengan starter anker dorong

Konstruksi kopling plat ganda stater batang dorong pinion model “KB” (Bosch)

Gambar 6. 31. Konstruksi kopling plat ganda stater batang dorong pinion model “KB” (Bosch)

Konstruksi kopling plat ganda stater batang dorong pinion model “T” (Bosch)

Gambar 6. 32. Konstruksi kopling plat ganda stater batang dorong pinion model “T” (Bosch)

6.1.3. Rangkuman

Pada masa sekarang umumnya sistem stater yang terpasang pada mesin kendaraan bermotor adalah sistem stater listrik, terutama pada kendaraan bermotor roda 4 atau lebih.

Motor stater listrik pada kendaraan bermotor sesuai dengan cara kerjanya dibedakan menjadi:

- Stater skrup
- Stater dorong skrup
- Stater angker dorong
- Stater batang dorong pinion

Prinsip kerja stater sekrup:

- Gerakan menyekrup maju pinion untuk berhubungan dengan roda gaya diakibatkan adanya kelembaman massa/ terlempar pada pinion sewaktu sewaktu poros berulir memanjang mulai berputar cepat
- Gerakan menyekrup mundur pinion untuk melepaskan hubungan dengan roda gaya diakibatkan saat motor dipercepat oleh roda gaya sehingga pinion meyekrup mundur

Prinsip kerja motor stater dorong dan skrup

Kunci kontak “ON” → kumparan tarik dan kumparan tiksasi membentuk medan magnet ---poros solenoid tertarik pegas. Luas pendorong mendorong pegas penghantar, kopling jalan bebas dan pinion kearah roda gaya → terjadi gerakan dorong sekaligus menyekrup hingga pinion berhubungan dengan roda gaya. Akhir gerakan luas pendorong → kontak utama terhubung, arus besar mengalir dan arus pada kumparan tarik menjadi nol.→ Motor starter bekerja, momen putar dari anker diteruskan ke roda gaya sewaktu gigi pinion tidak berhasil masuk pada gigi roda gaya tuas pendorong akan terus mendorong pegas pendorong→ pegas terkompres (pegas dibuat tidak keras) → hingga kontak utama terhubung , starter bekerja dengan dorongan pegas dan kelembapan massa pinion saat starter mulai berputar pinion dapat menyekrup maju hingga berkaitan dengan roda gaya.

Prinsip kerja kolping jalan bebas

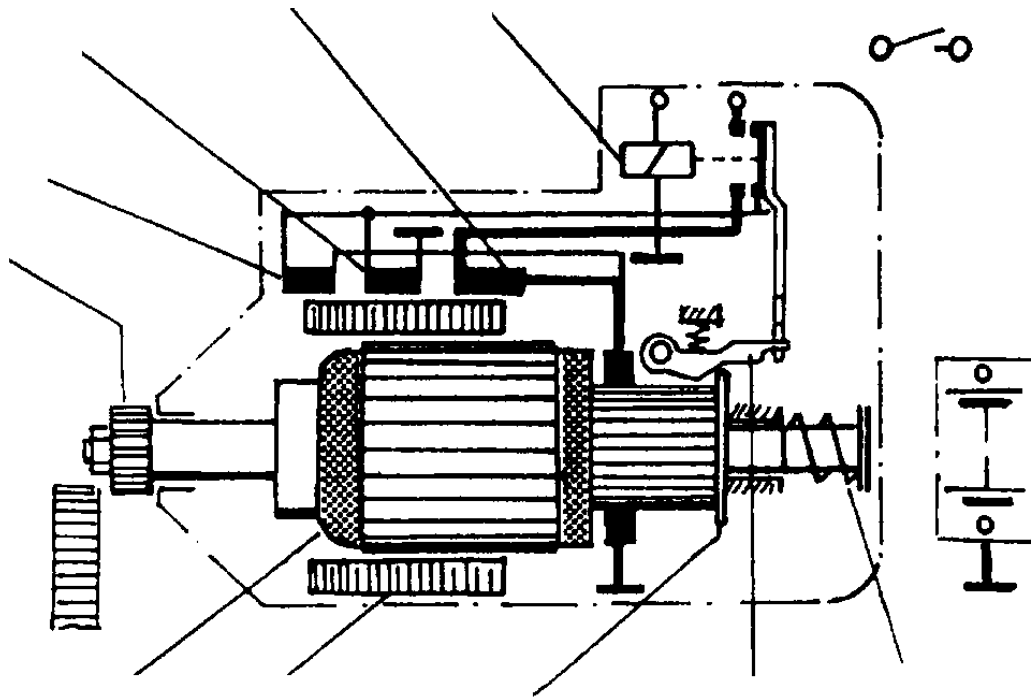
- Awal stater → Rumah kopling diputar oleh poros penggerak ---- bantalan peluru menggelincir kebagian takik sempit poros pinion sehingga poros pinion ikut berputar

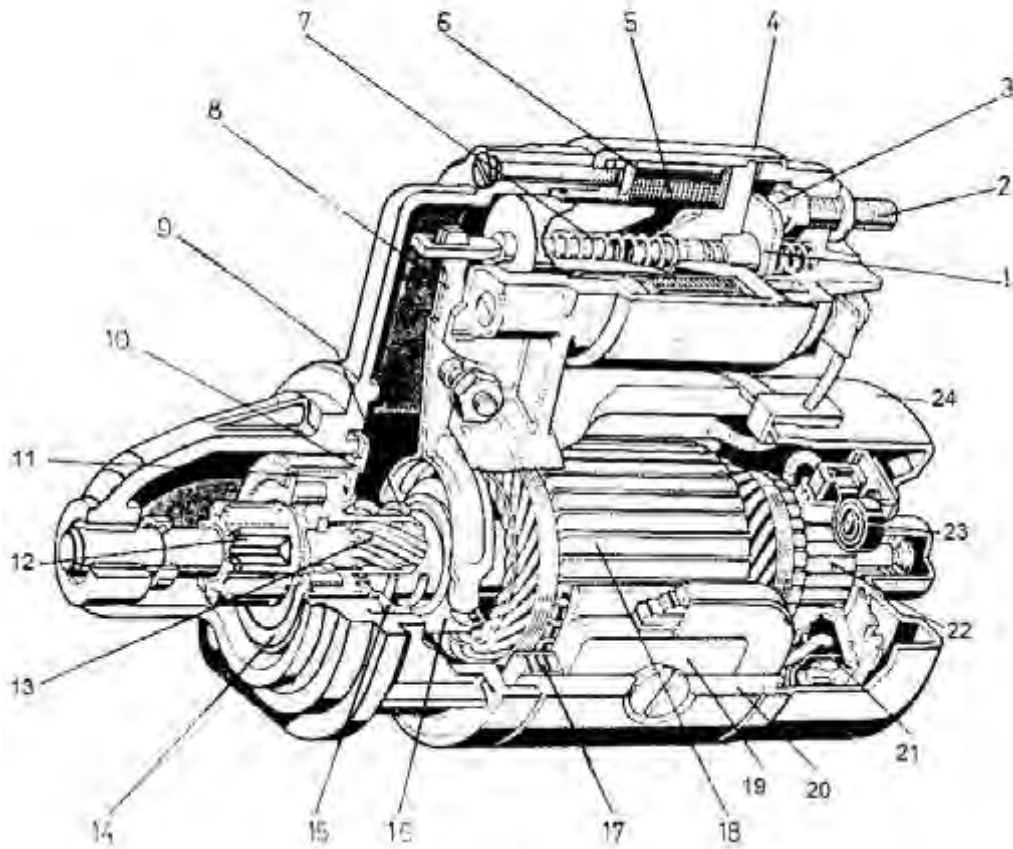
- Saat mesin sudah hidup → Pinion diputar cepat oleh roda gaya akibatnya pinion berputar lebih cepat dari bantalan ---- bantalan peluru menggelincir ke bagian takik yang lebar sehingga peluru tidak terjepit antara poros pinion dan tabung pengerak Poros pinion terbebas dari putaran poros anker

Pada stater angker dorong yang berfungsi mendorong roda gigi pinion maju adalah angker itu sendiri sehingga konstruksi komutator menjadi panjang.

Pada stater batang dorong pinion yang berfungsi mendorong maju roda gigi pinion adalah poros penggerak dari motor stater itu sendiri tatapi anker tidak ikut terdorong maju.

6.1.4.Tugas

Lengkapilah rangkaian dan nama nama bagian dari gambar di bawah ini

6.1.5. Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.

2. Sebutkan 3 macam model stater pada umumnya

....

....

....

3. Sebutkan 4 macam sistem starter listrik pada kendaraan bermotor

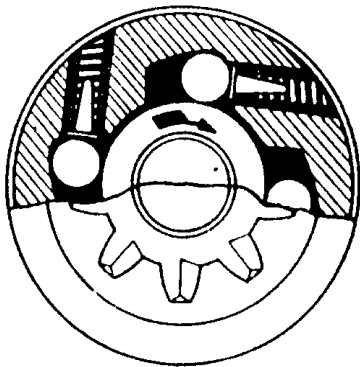
....

....

....

....

4. Gambar di bawah ini adalah konstruksi dari sebuah ....

....

5. Solenoid pada stater dorong dan sekrup berfungsi sebagai ....

....

6. Fungsi dari rem angker adalah untuk ....

....

7. Jelaskan cara kerja dari stater sekrup !

....

....

....

....

....

8. Apa fungsi dari kopling plat ganda pada stater anker dorong dan batang dorong pinion !

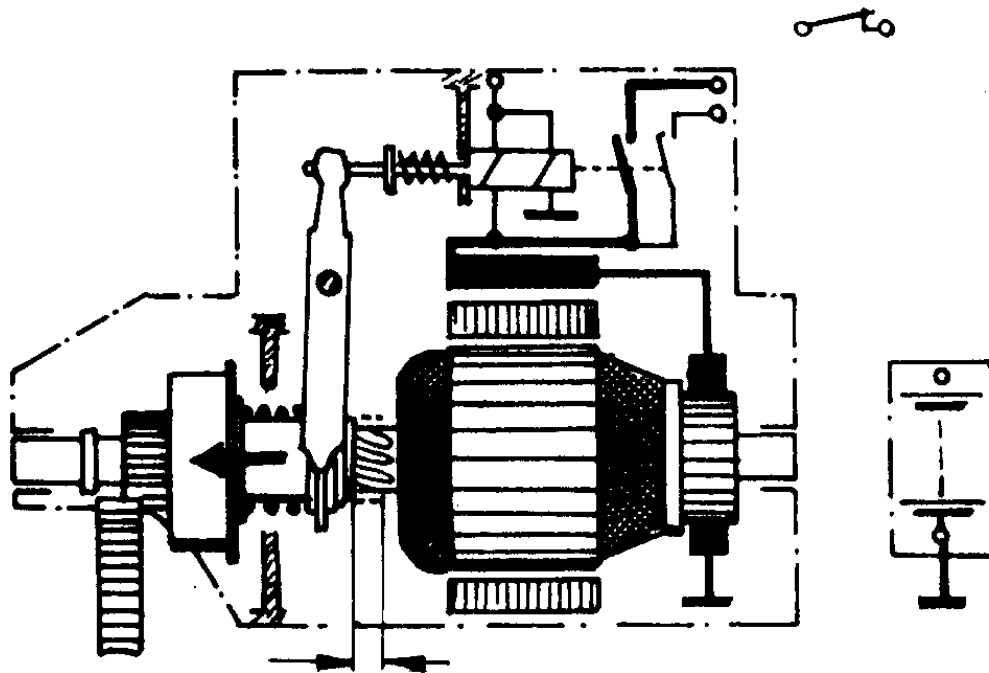
....

....

....

9. Berapa rata rata daya stater batang dorong pinion.

....

10. Lengkapi gambar rangkaian sistem stater berikut ini !

6.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

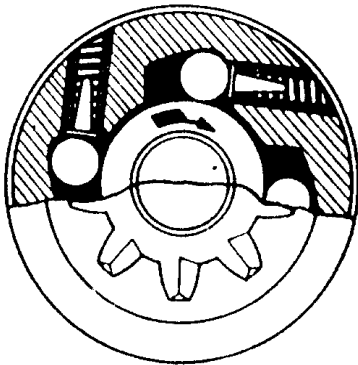
1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1. Plat kontak
2. Terminal
3. Kontak
4. Solenoid
5. Kumparan tarik
6. kumparan penahan
7. Pegas pengembali
8. Tuas pendorong
9. Pegas penghantar
10. Plat rem
11. Rumah kopling
12. Pinion
13. Poros ulir memanjang
14. Kopling jalan bebas
15. Plat penahan
16. Ring penghantar
17. Kumparan medan
18. Anker
19. Sepatu kutup
20. Rumah stator
21. Sikat arang
22. Komutator
23. Pegas sikat
24. tutup bagian belakang

2. Sebutkan 3 macam model stater pada umumnya

- *Stater tangan (engkol/tarik)*
- *Stater kaki (kick stater)*
- *Stater listrik (elecktric stater)*

3. Sebutkan 4 macam sistem starter listrik pada kendaraan bermotor
    - *Stater sekrup*
    - *Stater dorong dan sekrup*
    - *Stater anker dorong*
    - *Stater batang dorong pinion*

4. Gambar di bawah ini adalah konstruksi dari sebuah *kopling jalan bebas dari sebuah stater dorong dan sekrup*

5. Solenoid pada stater dorong dan sekrup berfungsi sebagai *relai dan penggerak tuas pendorong*

6. Fungsi dari rem angker adalah untuk *menghentikan dengan segera putaran anker untuk memungkinkan dapat distart lagi secepat mungkin*

7. Jelaskan cara kerja dari stater sekrup saat menyekrup maju !

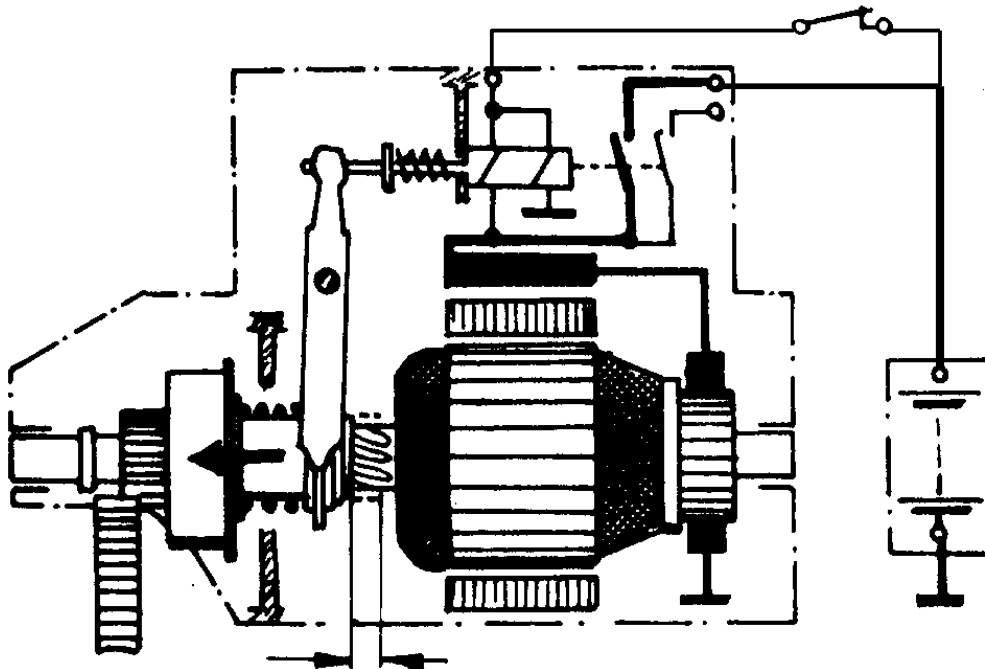
    Gerakan menyekrup maju pinion untuk berhubungan dengan roda gaya diakibatkan adanya kelembaman massa/ terlempar pada pinion sewaktu sewaktu poros berulir memanjang mulai berputar cepat

8. Apa fungsi dari kopling plat ganda pada stater anker dorong dan batang dorong pinion !

    Sebagai kopling pengaman terhadap momen putar yang berlebihan

9. Berapa rata rata daya stater batang dorong pinion.

   4,5 – 14 KW

10. Lengkapi gambar rangkaian sistem stater berikut ini !

6.1.7. Lembar kerja siswa

Amati dan cari tahu problematika yang sering muncul di lapangan terkait dengan sistem stater termasuk masalah dan penyebabnya, minimum 3 masalah.

No	Masalah	Penyebabnya

BAB VII

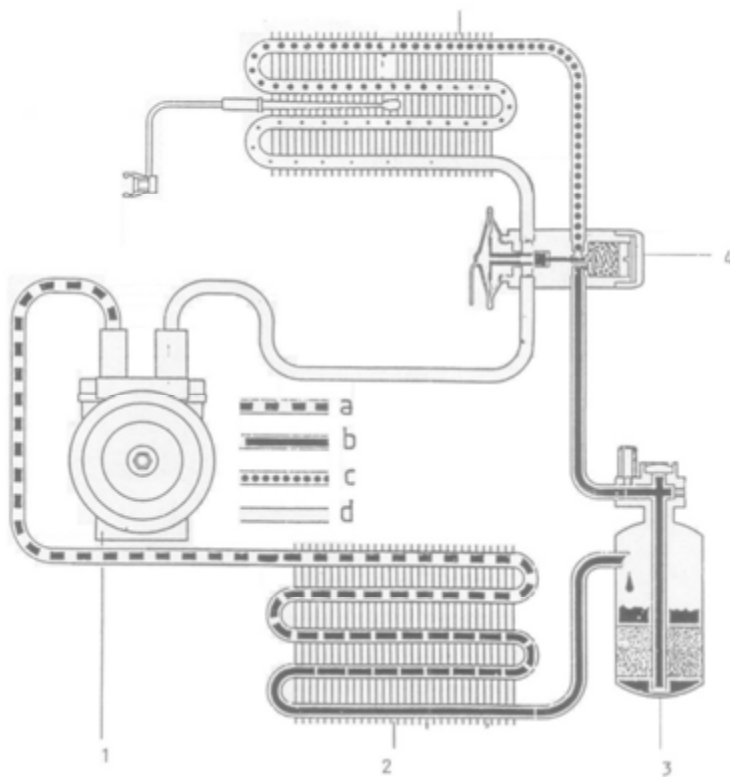
PENGANTAR SISTEM KELISTRIKAN OTOMOTIF

KELAS XI SEMESTER 1

PERTEMUAN 9 & 10

SISTEM AIR CONDITIONER (AC)

7.1. Kegiatan Pembelajaran : Sistem Pengisian

Amatilah Rangkaian sistem pengapian di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 7. 1. Skema siatem AC

7.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem siatem AC serta menerangkan fungsi rangkaian sistem AC

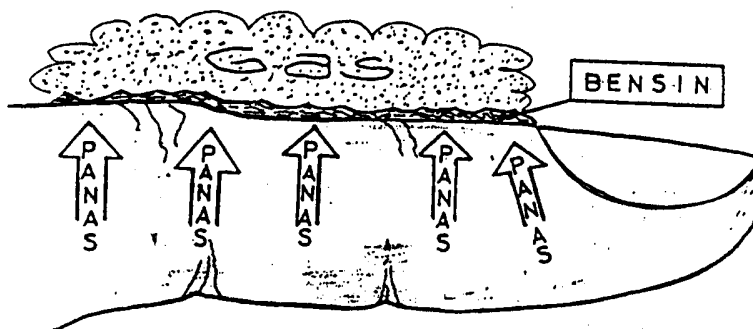
7.1.2. Uraian Materi

Pendahuluan

Pada percobaan telah dibuktikan, air dan bensin yang diturunkan tekanannya akan lebih cepat *menguap*.

Demikian juga dengan titik didih air pada ketinggian tertentu (di atas gunung), air lebih cepat menguap, dibanding di atas permukaan laut dengan tekanan 1 atmosfir, karena diatas gunung dengan ketinggian tertentu tekanan udaranya < 1 tmosfir.

Gambar 7. 2. Pengaruh titik didih air terhadap ketinggian

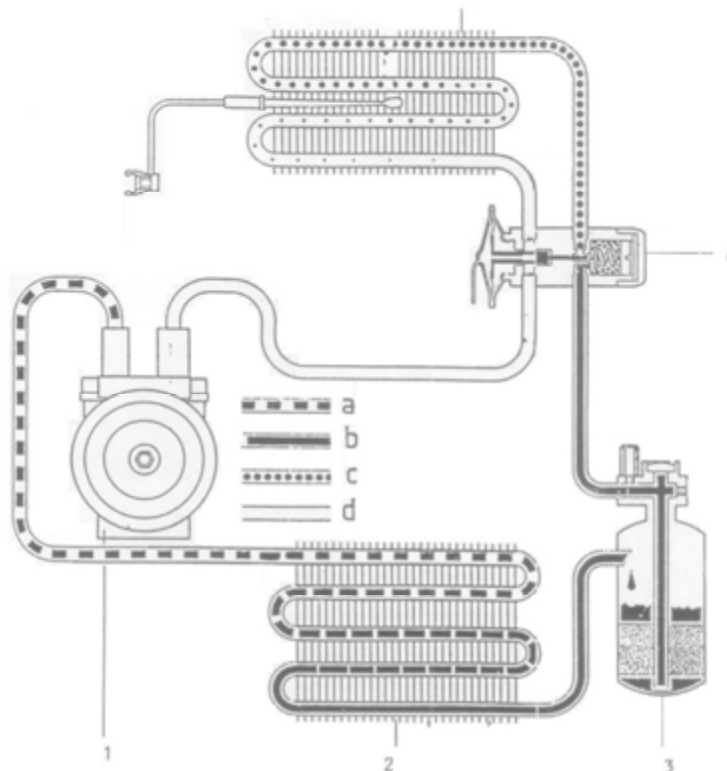
Apabila jari kita diberi bensin seperti pada gambar, kemudian ditiupkan udara maka jari terasa dingin.

Gambar 7. 3. Ilustrasi penyerapan panas

Hal ini disebabkan karena bensin mengambil *panas* dari jari kita dan akibatnya bensin *menguap* menjadi *gas*.

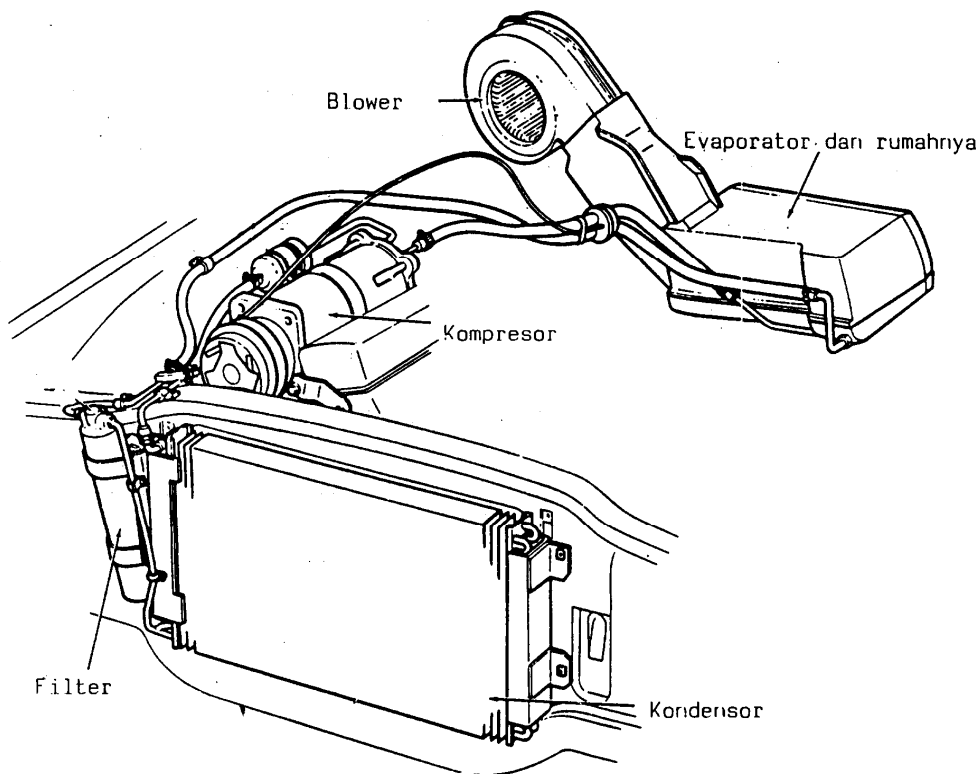
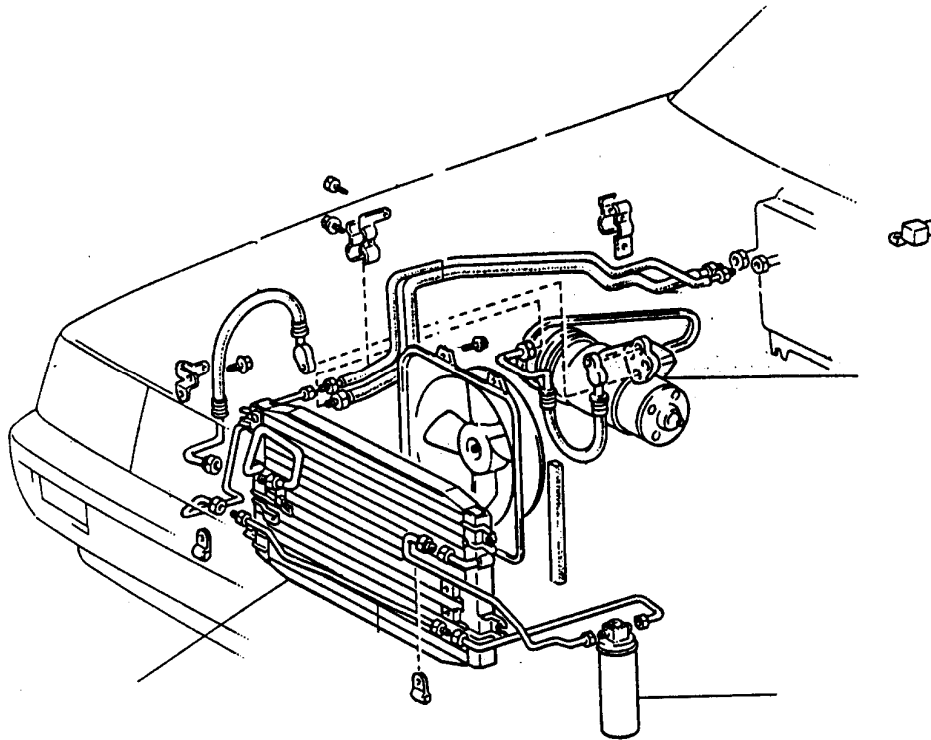
Kesimpulan : *- Penurunan tekanan akan mempercepat proses penguapan*

- Penguapan akan menyebabkan penyerapan panas

Proses kenaikan dan penurunan tekanan seperti di atas berlangsung secara alami, agar proses itu dapat diterapkan pada sistem AC, maka sistem AC harus terdiri dari bagian-bagian yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan tekanan, supaya penguapan dan penyerapan panas dapat berlangsung.

Secara sederhana bagian-bagian sistem AC dapat dilihat pada gambar :

Gambar 7. 4. Skema sistem AC

a. Zat pendingin bertekanan tinggi dari kompresor berupa gas
b. Zat pendingin yang sudah didinginkan oleh kondensor berubah bentuk dari gas menjadi cair
c. Zat pendingin yang telah diturunkan tekanannya oleh katup ekspansi, berubah bentuk menjadi uap
d. Zat pendingin telah menyerap panas pada evaporator berubah bentuk menjadi gas

- Zat pendingin yang berbentuk gas diberi tekanan oleh *kompresor (1)* sehingga beredar dalam sistem AC, karena adanya tekanan maka zat pendingin menjadi *panas*.
- Kondensor (2) akan mendinginkan zat pendingin tersebut (kondensasi), sementara tekanan zat pendingin masih tetap tinggi dan berubah bentuk menjadi *cair*.
- Saringan / filter (3) akan mengisap uap air dan menyaring kotoran dalam zat pendingin agar tidak *beredar* pada sistem.
- Tekanan zat pendingin pada sistem akan diturunkan oleh *katup ekspansi (4)* berubah bentuk dari cair menjadi uap.
- Evaporator akan mengambil panas di sekelilingnya, menyebabkan zat pendingin menguap menjadi *gas* dan kembali ke kompresor.
- Proses ini berlanjut seperti semula.

Berilah nama-nama bagian sistem AC mobil pada gambar diatas yang sudah terpasang pada kendaraan.

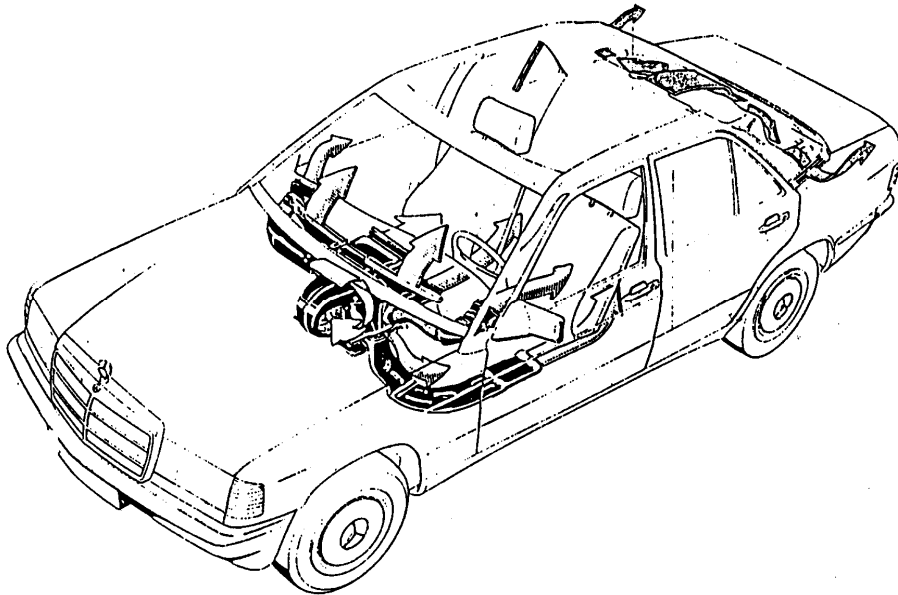
Kenapa kondensor dipasang pada bagian depan kendaraan (di depan radiator) ?

Supaya panas radiator tidak dipindahkan ke kondensor sehingga pendinginan kondensor dapat berjalan dengan sempurna.

Fungsi sistem AC pada mobil

- Memberikan udara sejuk ke dalam ruangan kendaraan
- Menghindari udara kotor masuk ke dalam ruangan
- Menghilangkan dengan cepat kondensasi pada kaca mobil waktu hujan atau udara lembab

Fungsi Bagian-Bagian

Secara umum sirkulasi udara dingin dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

Gambar 7. 7. Ilustrasi aliran udara dingin AC

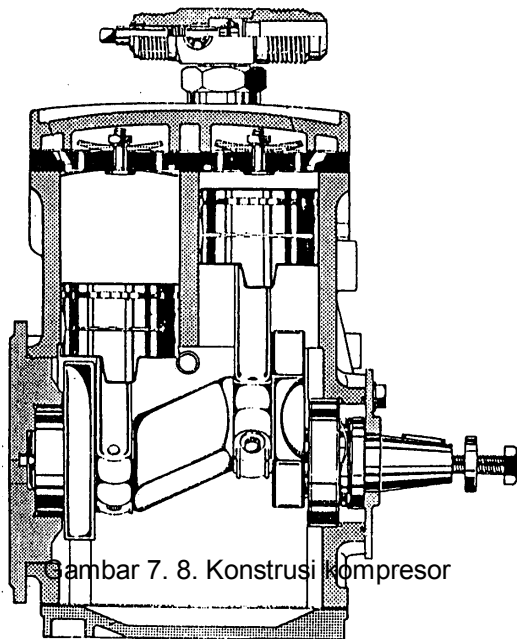
Pada waktu turun hujan atau udara yang terlalu lembab akan menimbulkan *kondensasi* pada kaca-kaca mobil yang menghalangi pandangan.

Dengan menghidupkan sistem AC, kondensasi itu segera dapat dihilangkan,karena udara yang keluar pada sistem AC cukup kering, dan udara lembab cepat akan *dihilangkan*.

Udara kotor dari luar juga dibersihkan oleh evaporator, karena sebelum udara kotor masuk ke dalam ruang terlebih dulu *disaring* oleh evaporator.

Agar pendinginan lebih merata maka saluran-saluran udara dingin dibuat lebih banyak dan sirkulasinya diarahkan ke *atas*, karena sifat udara dingin akan *turun* dengan sendirinya. Hal ini akan terbalik kalau menggunakan sistem *pemanas*.

Pada bagian samping dekat kaca belakang dibuat ventilasi ke luar udara dari dalam ruangan, hal ini juga dimaksudkan agar sirkulasi udara terjadi dengan baik pada bagian ruangan dekat kaca belakang.

- Kompresor

Gambar 7. 8. Konstrusi kompresor

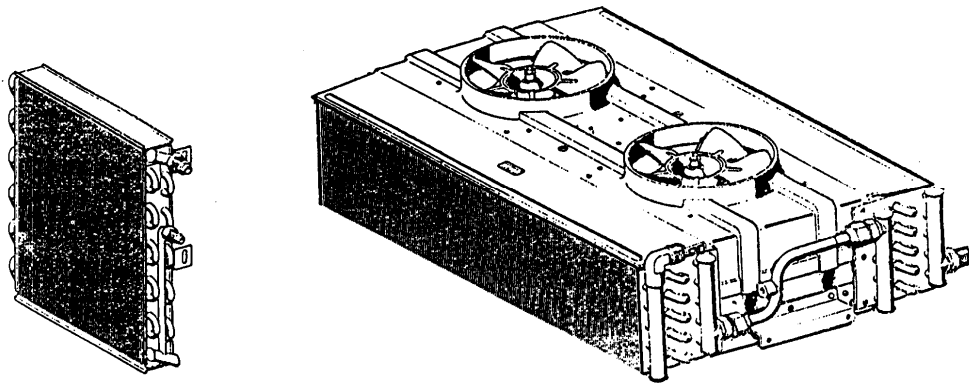
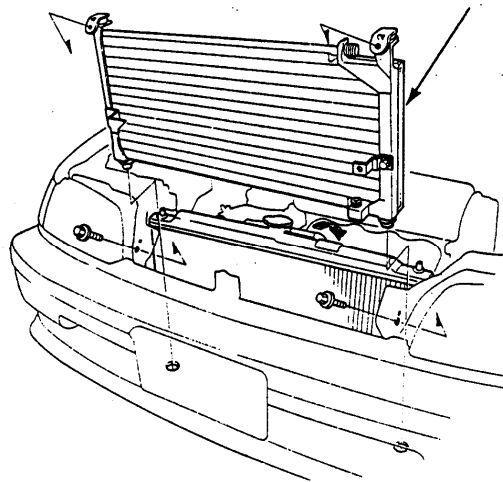
Fungsi kompresor pada sistem AC adalah :

Memberi tekanan pada zat pendingin, agar mengalir (bersirkulasi) dalam sistem.

Secara garis besar kompresor ada dua jenis yaitu :

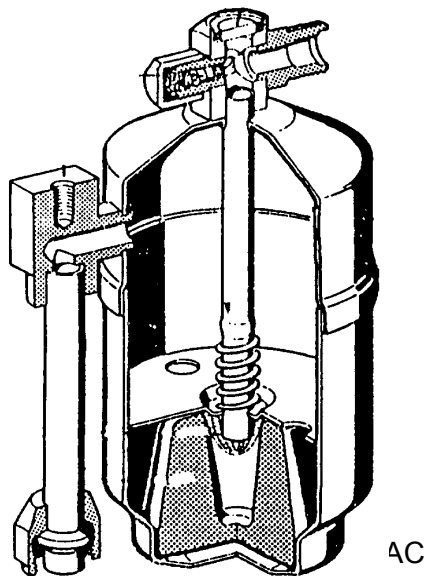
1. *Kompresor torak*
2. *Kompresor rotari*

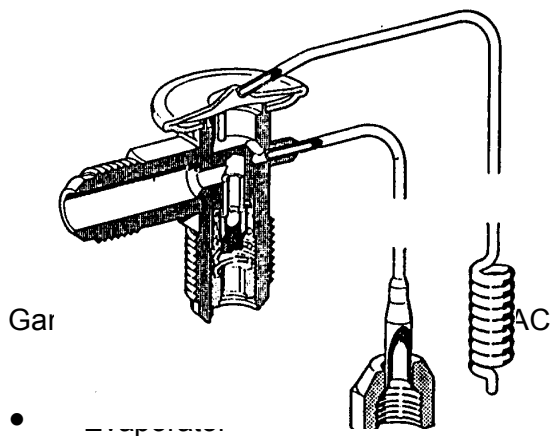
Untuk menggerakkan kompresor dipakai tenaga *motor* dari *mobil* itu sendiri atau memakai motor penggerak *tersendiri*

-

Gambar 7. 9. Kondensor sistem AC

Gambar 7. 10. kondensor yang akan dipasangkan di depan kendaraan

Fungsi kondensor *mendinginkan zat pendingin yang telah diberi tekanan oleh kompresor.* Zat pendingin yang bertekanan tinggi dari kompresor suhunya panas melalui kondensor panas itu dihilangkan (diperkecil) dan zat pendingin berubah bentuk menjadi *cair.*

- Filter

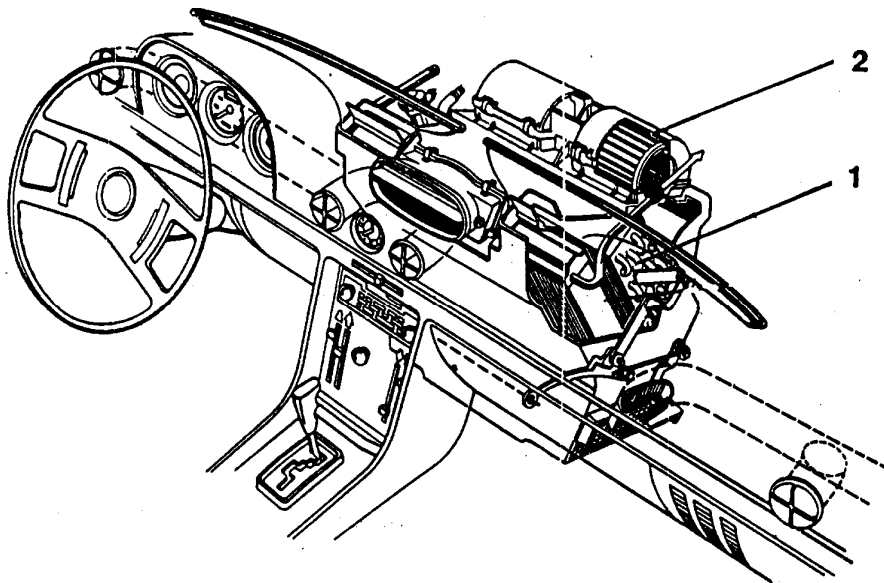
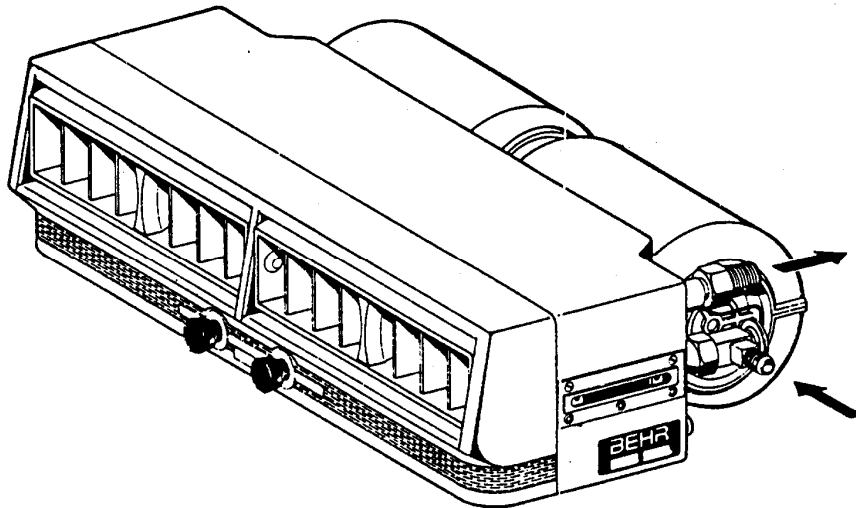
AC

Uap air adalah gangguan yang paling utama dalam sistem AC, karena uap air menyebabkan terjadi *pembekuan (es)* pada saluran-saluran dalam sistem, terutama pada *katub ekspansi* mengakibatkan sistem AC tidak berfungsi dengan baik.

Untuk menyerap uap air dan kotoran kecil pada sistem digunakan saringan / filter.

Zat pendingin yang sudah dikondensasi oleh *kondensor* tekanannya harus diturunkan oleh *katub ekspansi* supaya zat pendingin dapat menyerap panas di sekeliling evaporator.

Katup expansi ini dipasangkan pada saluran masuk evaporator (menjadi satu unit).

Gar AC

- Evaporator

Pada evaporator zat pendingin akan mengambil *panas* dan berubah bentuk menjadi *gas*. Supaya pengambilan panas pada evaporator dapat berlangsung sempurna, maka evaporator dilengkapi dengan *motor blower* yang juga berfungsi untuk menghembuskan *udara dingin* ke dalam ruang kendaraan.

Gambar 7. 13. Evaporator dan Blower terpasang pada kendaraan

Gambar 7. 14. Evaporator bentuk universal lengkap dengan Blower dan motornya

- Zat pendingin
  - Saat ini zat pendingin yang dipakai pada AC mobil adalah *Freon* ($CF_2\ Cl_2$) dengan nomor kode *R – 12*

    R = Refrigerant

Gambar 7. 15. Zat pendingin AC

Kompresor

Energi mekanik pada motor penggerak dirubah menjadi energi *pneumatis* oleh kompresor, sehingga zat pendingin beredar dalam instalasi sistem AC.
Secara umum kompresor ada 2 jenis.

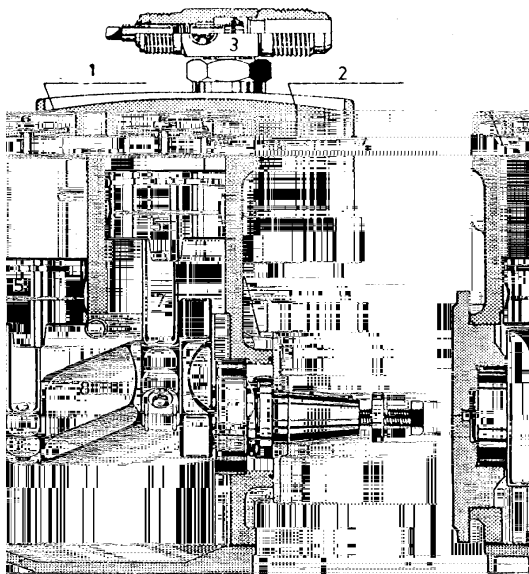
1. Kompresor model torak : terdiri dari beberapa bentuk gerak torak :

   A. Tegak lurus
   B. Memanjang
   C. Aksial
   D. Radial
   E. Menyudut (model V)

   Untuk menghisap dan menekan zat pendingin dilakukan oleh gerakan torak di dalam *silinder* kompresor.

2. Kompresor model rotari

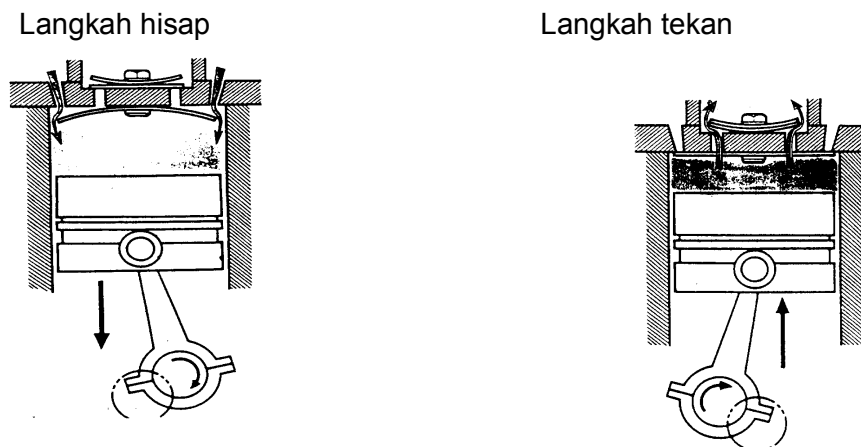
   Gerakan rotor di dalam stator kompresor akan menghisap dan menekan zat pendingin.

A. Kompresor torak gerak tegak lurus

1. Katub hisap
2. Katub tekan
3. Saluran hisap / tekan
4. Dudukan katub
5. Torak
6. Silinder
7. Batang penggerak
8. Poros engkol

Gambar 7. 16. Kompresor torak

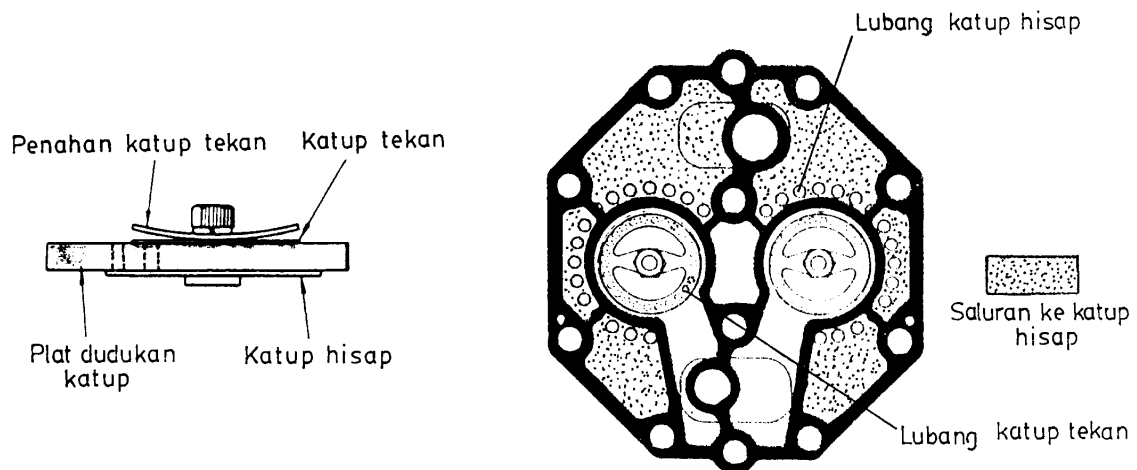
Cara kerja

Langkah hisap

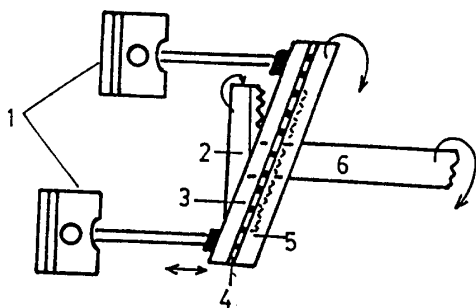
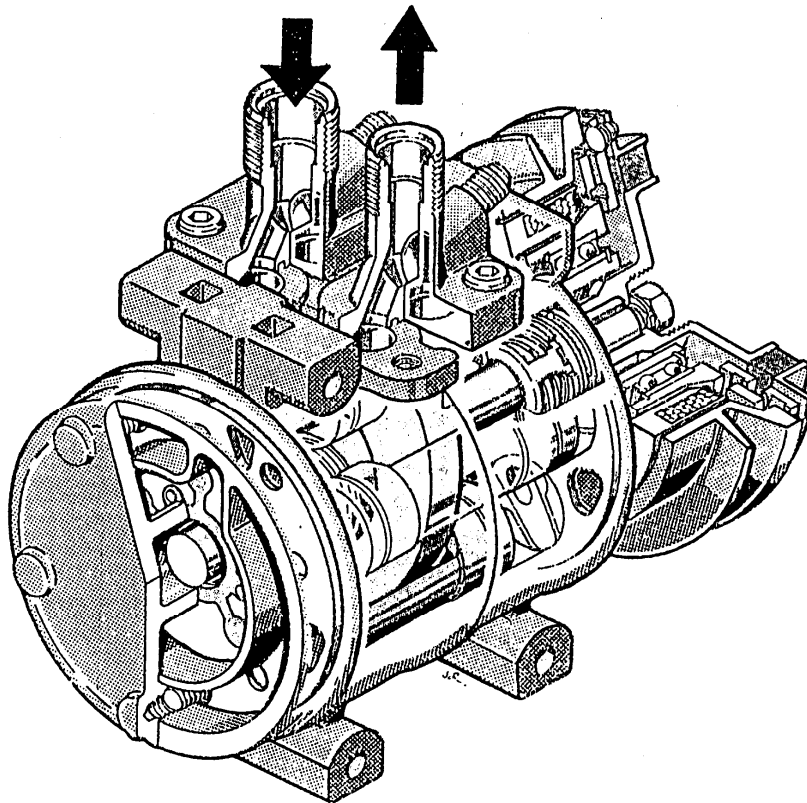
Langkah tekan

Gambar 7. 17. Kerja kompresor torak

- Katub hisap terbuka, akibat hisapan dari torak
- Zat pendingin masuk ke dalam silinder
- Katup tekan tertutup

- Katup tekan terbuka, akibat tekanan torak terhadap zat pendingin
- Katup hisap tertutup

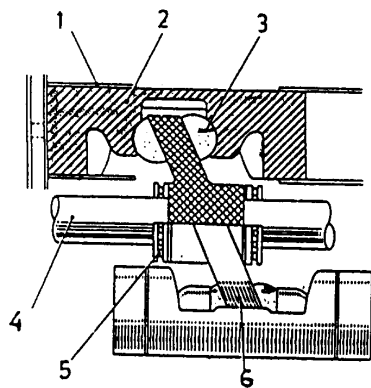
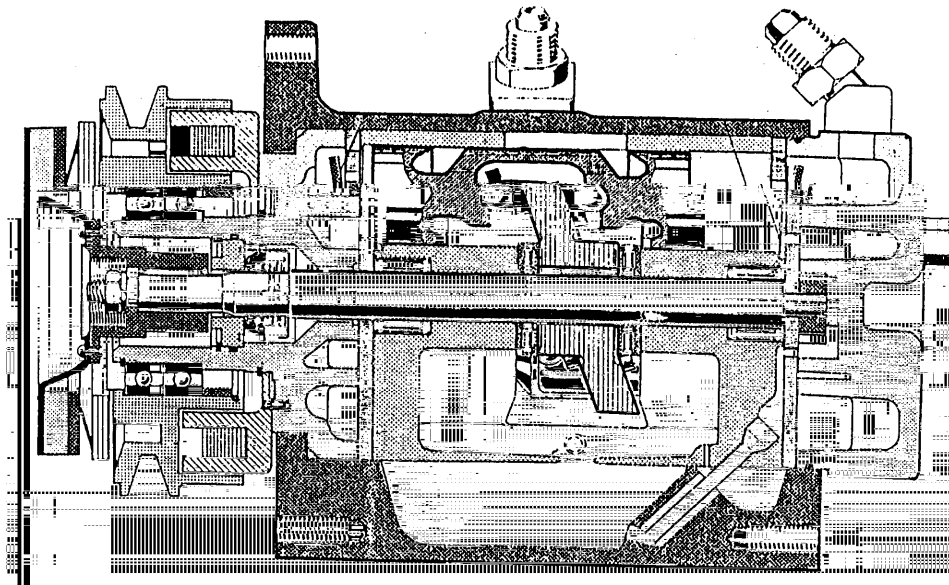
Konstruksi katup – katup dan dudukannya :

Gambar 7. 18. Katup kompresor torak

Pada waktu hisap katup hisap melengkung *ke bawah* akibat hisapan torak … saluran hisap terbuka, sebaliknya pada langkah tekan, katup tekan akan melangkung *ke atas*.

B. Kompresor Torak Gerak Memanjang

1. Torak
2. Roda gigi gerak putar
3. Piring dudukan goyang
4. Bantalan piring
5. Roda gigi gerak putar & goyang
6. Poros kompresor

Gambar 7. 19. Kompresor torak gerak memanjang

Kompresor model ini akan terlihat diameternya lebih kecil dan badan tidak terlalu panjang.

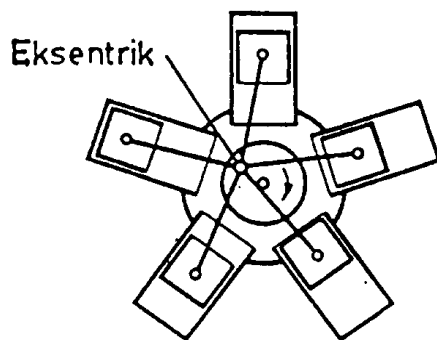
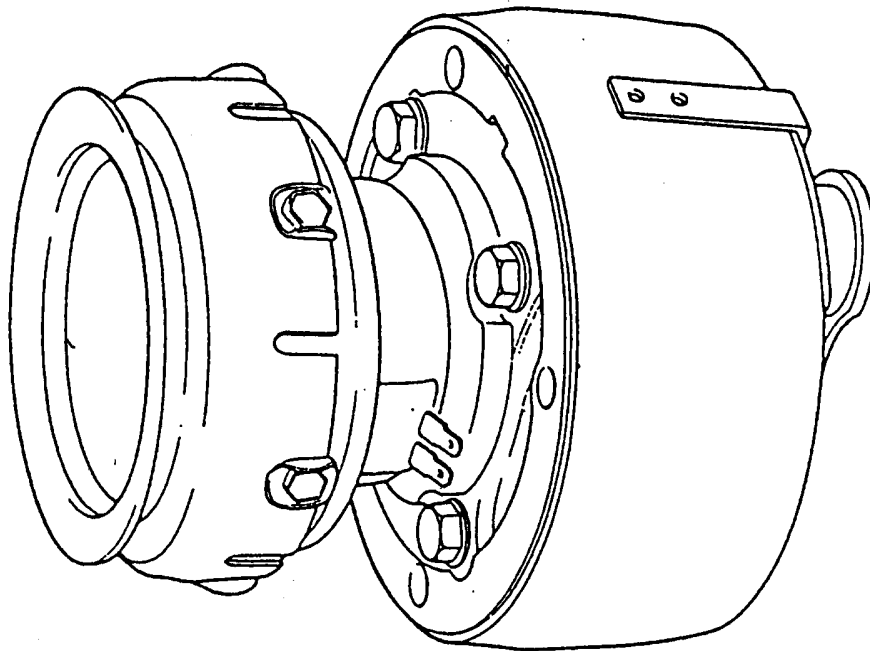
C. Kompresor Torak Gerak Aksial (Berlawanan)

1. Silinder
2. Torak
3. Bola baja
4. Poros
5. Bantalan
6. Piring goyang

Gambar 7. 20. Kompresor torak gerak aksial

Dengan mekanisme piring goyang (6) gerakan torak dapat diatur berlawanan.

Kompresor ini badannya panjang dari kompresor gerak torak memanjang, oleh karena itu cocok dipasang pada ruangan mesin yang kecil/sempit, tapi cukup besar untuk arang yang memanjang.

D. Kompresor Torak Gerak Radial

.

Agar gerakan torak pada silinder dapat menuju ke arah diameter luar kompresor, maka dipasang sebuah eksentrik pada poros kompresor.

Kompresor jenis ini akan lebih baik dipasang pada ruang mesin yang sempit tapi cukup luas pada arah diameter kompresor.

Gambar 7. 21. Kompresor torak gerak radial

Kompresor Gerak Torak Menyudut

Kompresor ini hampir sama dengan kompresor gerak torak tegak lurus hanya gerakan torak dan batang penggeraknya dibuat menyudut (V)

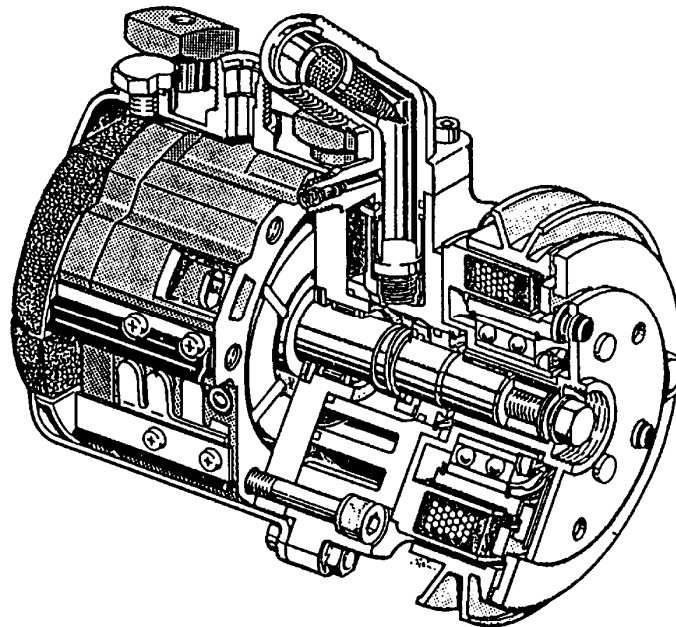
Kerugian kompresor model torak :

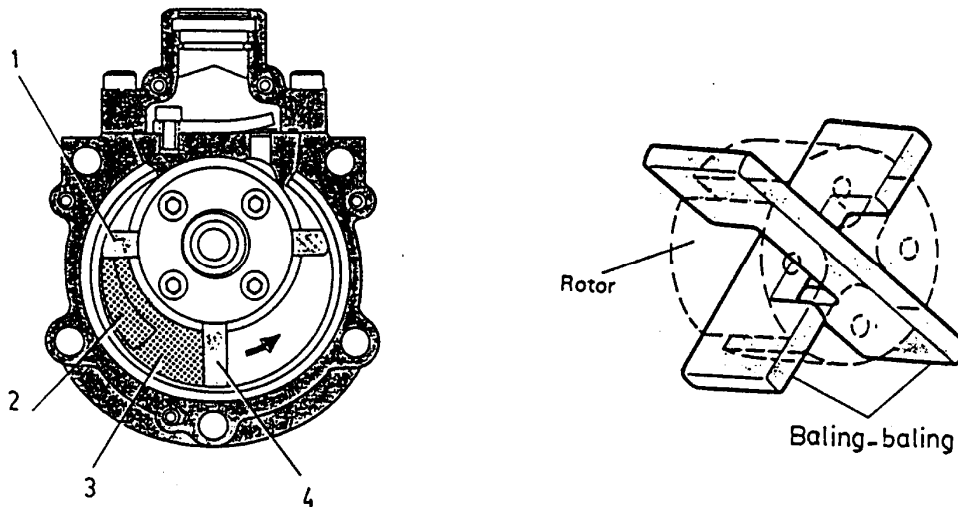
- Momen putar yang dibutuhkan tidak merata, maka kejutan/getaran lebih besar
- Bentuk dan konstruksi lebih besar dan memakan tempat
-

Keuntungan :

- Dapat dipakai untuk segala macam jenis AC
- Konstruksi lebih tahan lama
-

Untuk mengurangi kerugian akibat getaran, maka kompresor model torak dibuat bersilinder banyak seperti gerak memanjang, aksial, radial atau model V.

Kompresor Rotari

Gambar 7. 22. Kompresor rotari

Konstruksi dan cara kerja

Gambar 7. 23. Konstruksi kompresor rotari

Rotor adalah bagian yang berputar di dalam stator. Rotor terdiri dari dua baling – baling (1) dan (4).
Langkah hisap terjadi saat pintu masuk (2) mulai terbuka dan berakhir setelah pintu masuk tertutup, pada waktu pintu masuk sudah tertutup dimulai langkah tekan, sampai katup pengeluaran (5) membuka, sedangkan pada pintu masuk secara bersamaan sudah terjadi langkah hisap demikian seterusnya.

Keuntungan kompresor rotari

- Karena setiap putaran menghasilkan langkah – langkah hisap dan tekan secara bersamaan, maka momen putar lebih merata akibatnya getaran/kejutan lebih kecil.
- Ukuran dimensinya dapat dibuat lebih kecil & menghemat tempat.

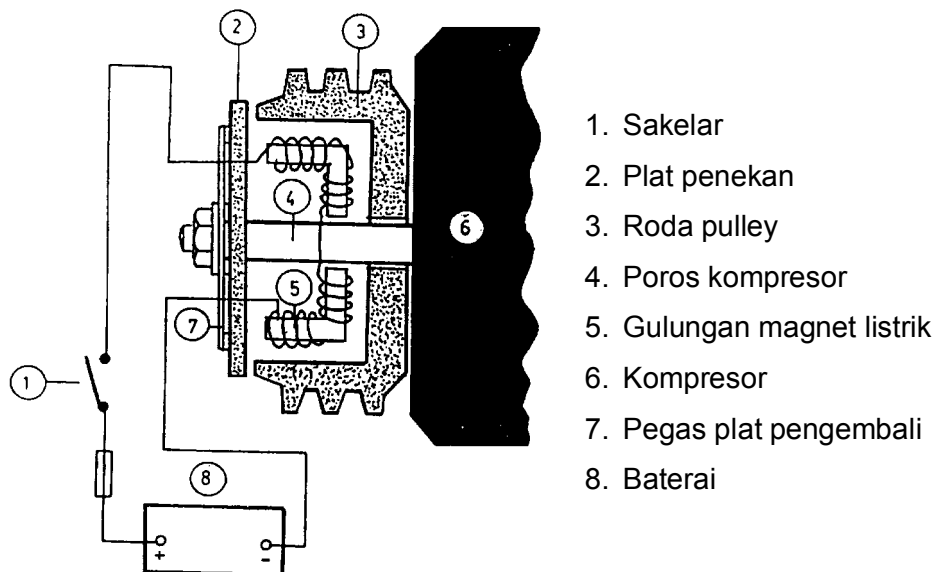
Kerugian :

- Sampai saat ini hanya dipakai untuk sistem AC yang kecil saja sebab pada volume yang besar, rumah dan rotornya harus besar pula dan kipas pada rotor tidak cukup kuat menahan gesekan.

Kopling Magnet, Kondensor dan Filter

A. Kopling magnet

Supaya hubungan kompresor dengan motor penggeraknya dapat diputuskan dan dihubungkan (pada saat AC dihidupkan dan dimatikan), maka kita perlukan sebuah kopling magnet yang dipasang pada poros kompresor, bersama roda puli.

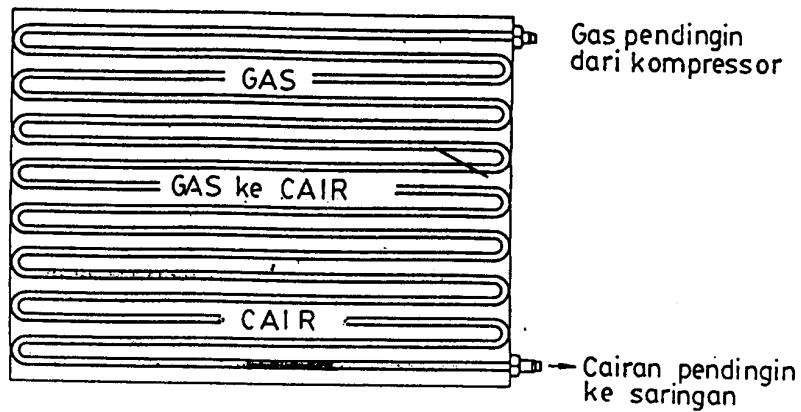
- Konstruksi & cara kerja :

Gambar 7. 24. Konstruksi kopling magnet

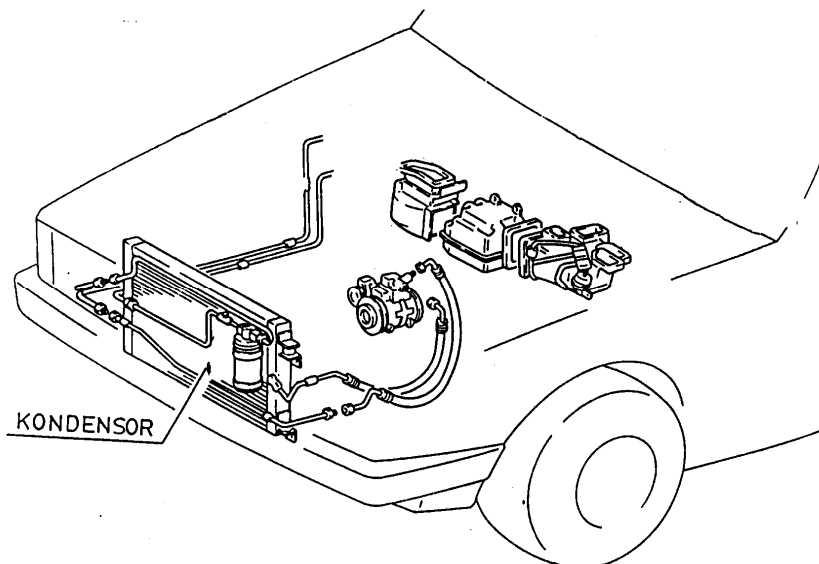
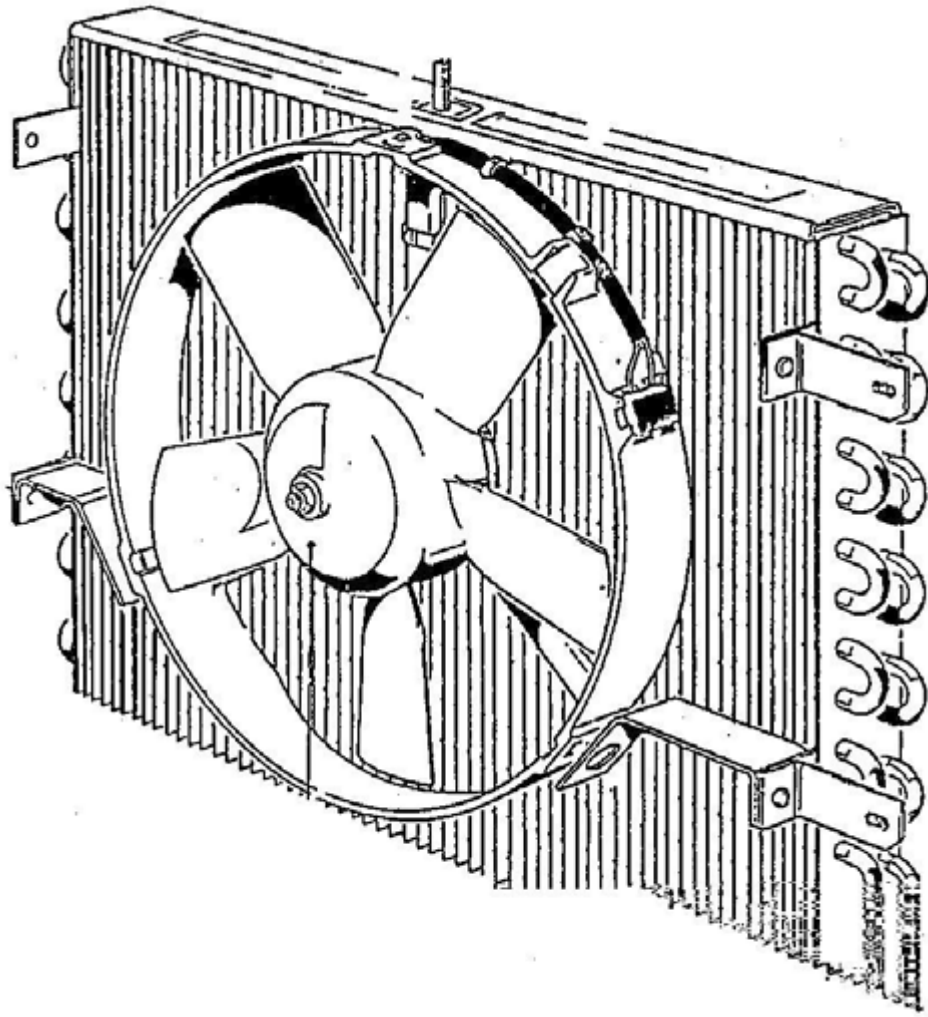
Bila sakelar dihubungkan, magnet listrik akan menarik plat penekan sampai berhubungan dengan roda pulley ... poros kompresor terputar.

Pada waktu sakelar putuskan pegas plat pengembali akan menarik plat penekan sehingga putaran motor penggerak terputus dari poros kompresor (putaran motor penggerak hanya memutar pulley saja).

B. Kondensor

Dalam kondensor akan terjadi perubahan bentuk zat pendingin, karena kondensasi yang dilakukan oleh kondensor.

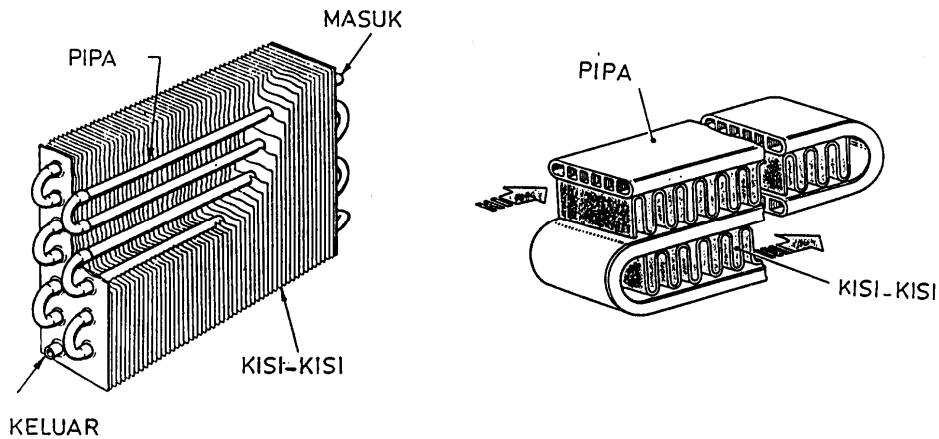
Perubahan bentuk itu dari gas menjadi cair.

Gambar 7. 25. Bagan zat pendingin kondensor sistem AC

Supaya pendingin/kondensasi dari zat pendingin lebih sempurna maka pasangan kondensor perlu diperhatikan arah aliran udara yang membantu proses pendinginan kondensor, pada mobil ditempatkan biasanya di depan radiator supaya dapat dialiri udara waktu mobil berjalan.

Gambar 7. 26. Kondensor terpasang dibagian depan mobil

Gambar 7. 27. Kondensor dengan kipas pendingin

Adakalanya pemasangan kondensor di depan radiator tidak dilengkapi dengan kipas–kipas pendingin, tapi kipas pendingin mesin diganti dengan yang lebih besar supaya pendinginan mesin akan dapat dilaksanakan bersama – sama dengan pendinginan kondensor.

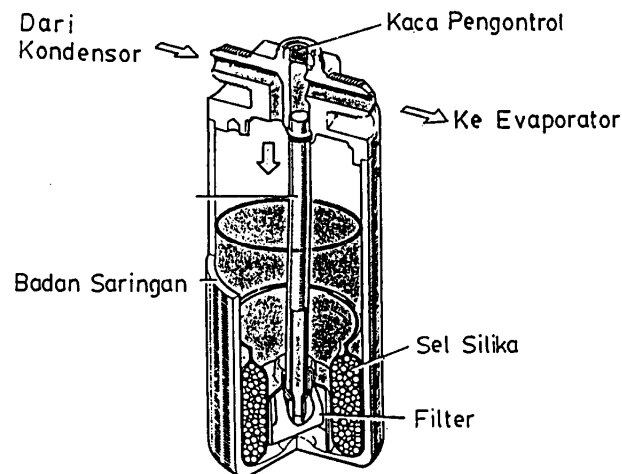
Sistem ini merugikan bila sistem AC tidak dipakai, karena kipas yang besar akan makan daya mekanis mesin, akibatnya boros bahan bakar.

Untuk itu memakai kipas pendingin listrik tersendiri pada kondensor adalah solusi lain meskipun kondensor dipasang di depan radiator, diatas atap mobil ataupun di bawah lantai dan dimana saja memungkinkan.

* Konstruksi :

Gambar 7. 28. Konstruksi kisi kisi kondensor

Pipa – pipa kondensor ada yang dibuat bulat dan ada juga seperti gambar (dengan banyak lubang aliran zat pendingin) pipa itu dilengkungkan secara pararel dari awal sampai keluarnya zat pendingin menuju saringan.

Untuk memperluas permukaan pendingin diantara pipa yang dilengkungkan itu diberi *kisi – kisi* pendingin supaya pendinginan lebih sempurna (panas diserap oleh kisi pendingin). Sehingga kondensasi & perubahan bentuk zat pendinginan dari gas menjadi cair akan terjadi.

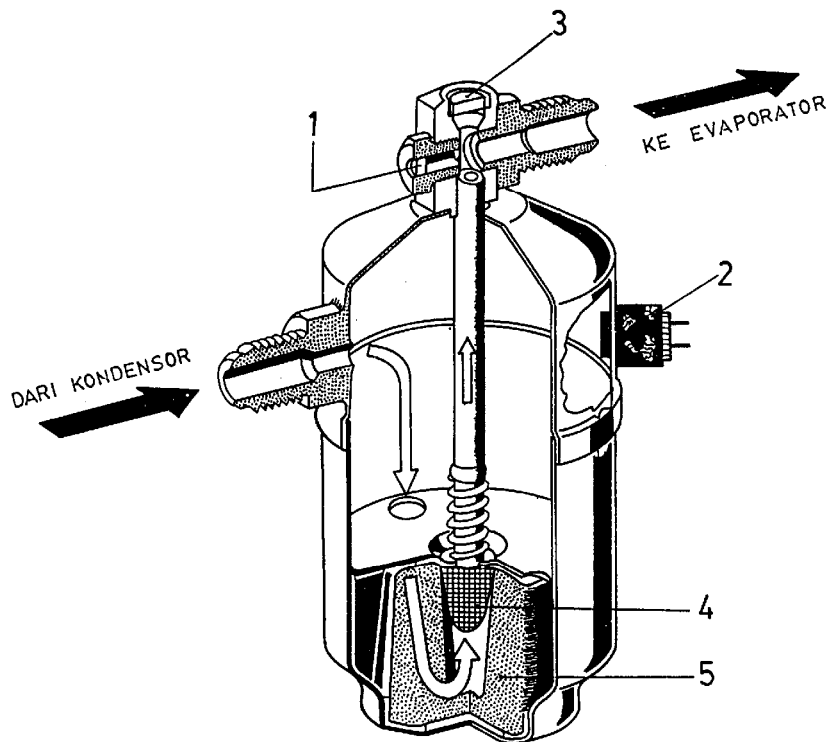
C. Filter/saringan

Gambar 7. 29. Konstruksi filter AC

Konstruksi

Saringan diskonstruksi berupa tabung silinder yang di dalamnya terdapat sel silika yang menyerap uap air pada zat pendingin.

Pada bagian atas saringan kebanyakan dilengkapi dengan kaca pengontrol untuk melihat zat pendingin yang beredar dalam sistem.

Adakalanya pada saringan dipasangkan dua buah sakelar yang bekerja berdasarkan tekanan atau temperatur (sakelar menghubung bila tekanan atau temperatur dalam saringan melebihi dari batas maximal).

Kadang – kadang saringan dilengkapi pula dengan tutup pengaman yang terbuat dari wood metal. Tutup pengaman ini akan cair bila temperatur zat pendingin sudah mencapai batas yang di tentukan.

Gambar 7. 30. Aliran zat pendingin pada filter

1. Tutup pengaman	3. Kaca pengontrol	5. Sel silika
2. Sakelar tekanan	4. Filter penyaring	

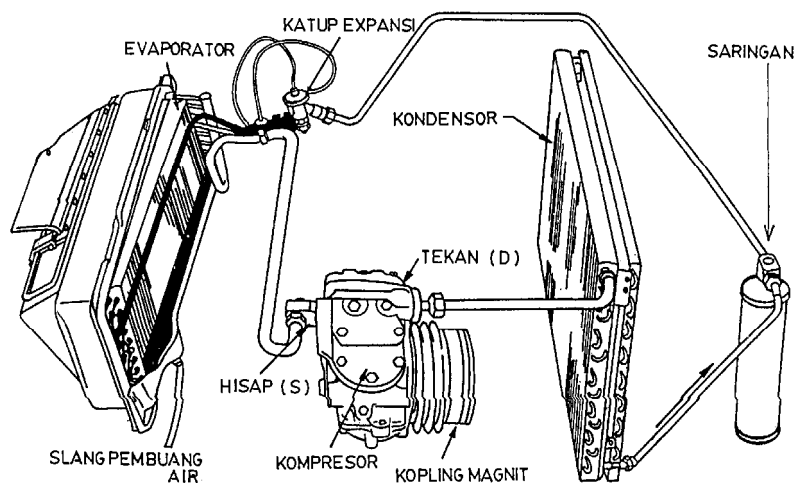
Evaporator & Katup Ekspansi

A. Evaporator

Bentuk dan konstruksi evaporator tidak berbeda dari *kondensor*, tapi fungsi kedua – duanya berlainan.

Pada kondensor panas zat pendingin harus dikeluarkan, agar terjadi perubahan bentuk zat pendingin dari *gas* ke *cair*.

Prinsip ini berlaku sebaliknya pada evaporator , zat pendingin cair dari kondensor harus dirubah kembali menjadi *gas* dalam evaporator, dengan demikian evaporator harus menyerap panas, agar penyerapan panas ini dapat berlangsung dengan sempurna, pipa – pipa evaporator juga diperluas permukaannya dengan memberi *kisi* – *kisi* (elemen) dan kipas listrik (blower), supaya udara dingin juga dapat *dihembus* ke dalam *ruangan*.

Pada rumah evaporator bagian bawah dibuat saluran/pipa untuk keluarnya air yang mengumpul disekitar evaporator akibat udara yang lembab. Air ini juga akan membersihkan kotoran – kotoran yang menempel pada kisi – kisi evaporator, karena kotoran itu akan turun bersama air.

Gambar 7. 31. Bagan sistem AC

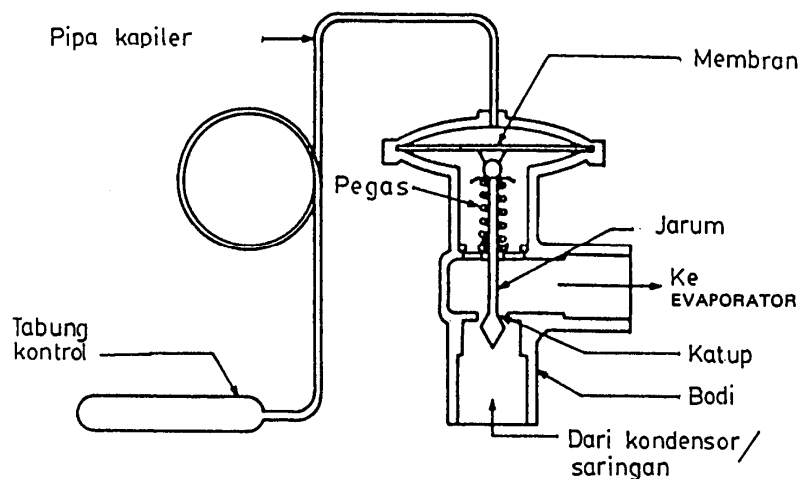
B. Katup Ekspansi

Tekanan zat pendingin yang berbentuk cair dari kondensor, saringan harus diturunkan supaya zat pendingin menguap, dengan demikian penyerapan panas dan perubahan bentuk zat pendingin dari cair menjadi gas akan berlangsung dengan sempurna sebelum keluar evaporator.

Untuk itulah pada saluran masuk evaporator dipasang katub ekspansi.

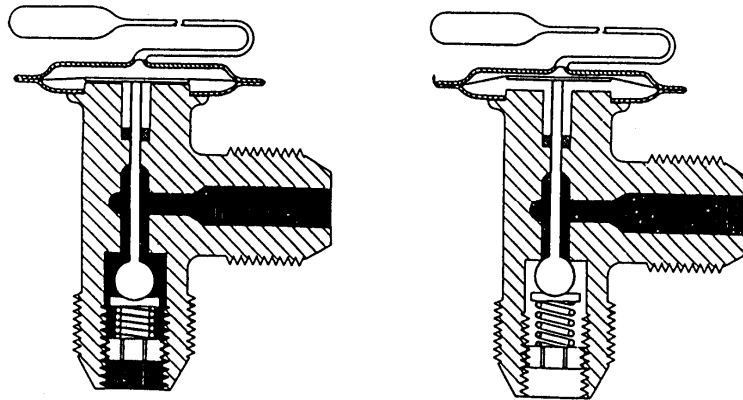
Bekerjanya katup ekspansi diatur sedemikian rupa agar membuka dan menutupnya katup sesuai dengan temperatur evaporatur atau tekanan di dalam sistem.

Macam – macam konstruksi & cara kerja

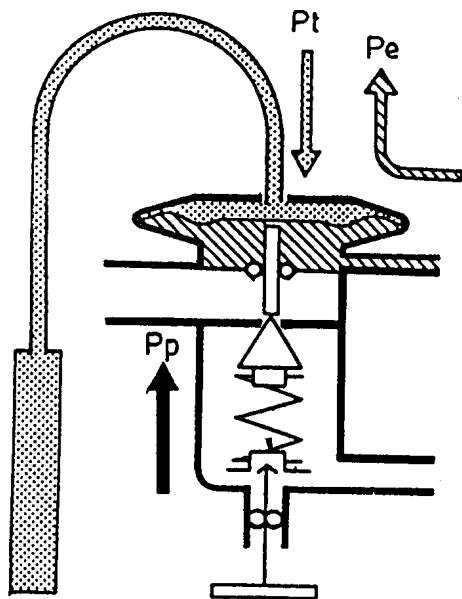
1. Katup ekspansi bentuk siku
   - Katup ekspansi dengan kontrol temperatur

Gambar 7. 32. Bagan katup ekspansisistem AC

Tabung kontrol, pipa kapiler dan ruangan di atas membran diisi dengan cairan khusus yang sensitif terhadap perubahan temperatur, tabung kontrol dan pipa kapiler ini didempetkan dengan pipa keluar evaporator.

Bila temperatur evaporator rendah, tekanan cairan di atas membran tidak mampu melawan tekanan pegas, katup jarum menutup saluran masuk ke evaporator, penguapan zat pendingin terhenti .... temperatur evaporator naik kembali.

Sebaliknya pada saat temperatur evaporator naik, tekanan cairan di atas membran akan naik pula, sampai melebihi tekanan pegas, katup terdorong ke bawah, saluran terbuka. Suhu evaporator turun kembali, demikian seterusnya.

Katup membuka Katup menutup

Gambar 7. 33. Proses kerja katup ekspansi

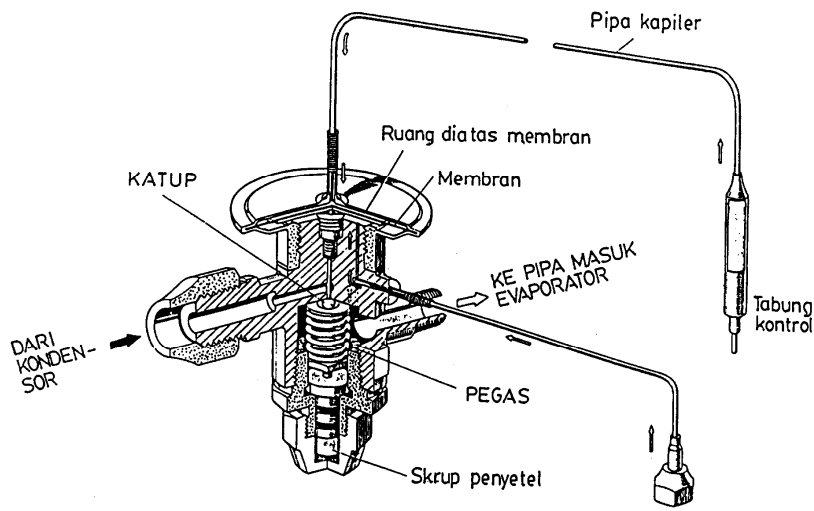
Katup ekspansi dengan kontrol tekan dan temperatur

Pt = Tekanan cairan di atas membran (kontrol temperatur)

Pp = Tekanan pegas

Pe = Tekanan zat pendingin yang keluar dari evaporator

Supaya pengaturan menutup dan membuka disesuaikan dengan tekanan yang ada, maka dapat ditulis persamaan :

$$Pt = Pp + Pe$$

Gambar 7. 34. Skema kerja katup ekspansi

Gambar 7. 35. Katup ekspansi dengan kontrol tekanan dan temperatur

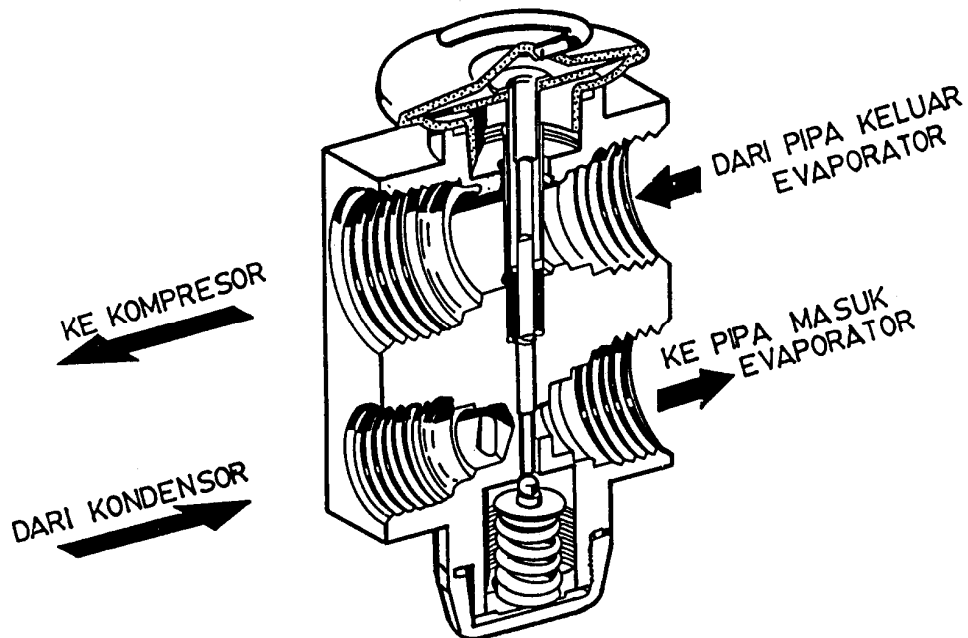
- Kontrol temperatur tetap seperti sebelumnya, tekanan di atas membran tergantung dari suhu pipa keluar evaporator.
- Pada waktu tekanan pipa keluar evaporator turun, tekanan di atas membran akan mendorong batang dan katup sampai membuka saluran.

  Zat pendingin mengalir ke evaporator.
- Bila tekanan evaporator naik, Pe juga naik, Pt turun (lihat persamaan), Pp akan mendorong katup ke atas kembali sampai menutup saluran. Zat pendingin tidak mengalir ke evaporator ----- Suhu evaporator naik kembali dan tekanannya akan turun katup akan bekerja seperti semula, demikian seterusnya.

  Kesimpulan : Katub membuka dan menutup sesuai/tergantung dari suhu dan tekanan pada pipa keluar evaporator.

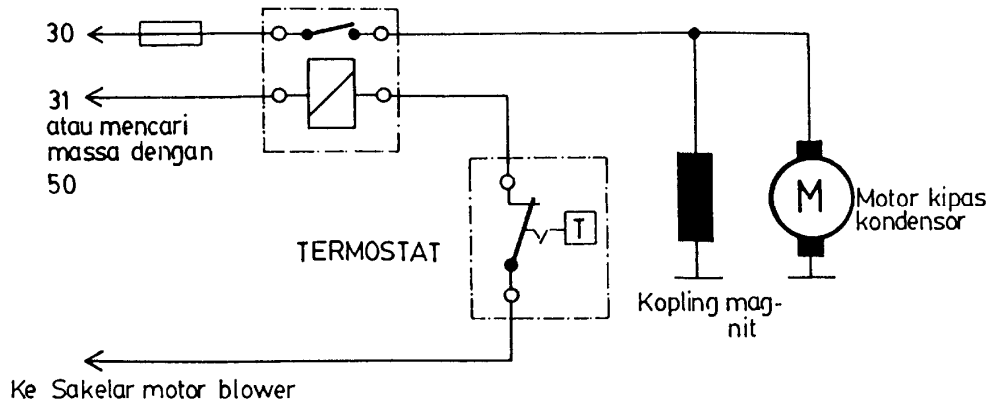
Apakah akibatnya saluran keluar evaporator tertutup ?

Katup akan selalu membuka karena tekanan diatas membran selalu lebih besar dari tekanan pegas, Pada waktu AC tidak dipakai katup juga akan tetap membuka

Katup ekspansi bentuk blok (dengan kontrol temperatur dan tekanan)

Gambar 7. 36. Katup ekspansi model blok

- Bagian di atas membran adalah cairan yang mengontrol dengan *temperatur* pipa keluar evaporator
- Di bawah membran pengontrolan dengan tekanan zat pendingin pada pipa keluar evaporator
- Membuka dan menutupnya katup diatur oleh : Tekanan pegas, tekanan diatas dan dibawah membran miring tanpa garis bawah

Instalasi Listrik

A. Kopling magnet & motor kipas pendingin kondensor

Gambar 7. 37. Skema kelistrikan kopling magnet dan motor blower

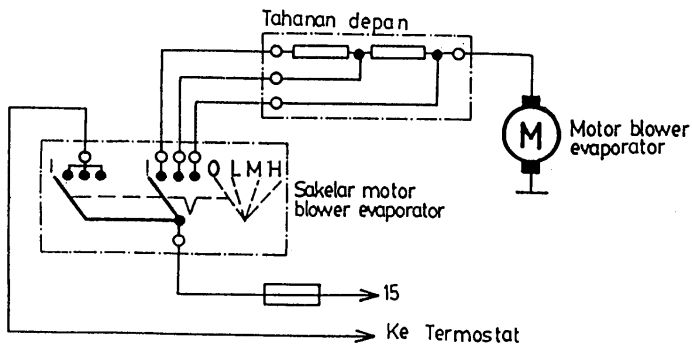
Kopling magnet yang berfungsi untuk menghubungkan dan memutuskan poros kompresor dengan poros mesin, harus dapat bekerja berdasarkan temperatur evaporator.
Untuk itu pada evaporator dilengkapi dengan sakelar kontrol temperatur (TERMOSTAT) yang bekerja memutus arus pengendali pada relai bila evaporator sudah mencapai suhu tertentu ….. kompresor tidak bekerja.
Motor kipas kondensor biasanya paralel dengan kopling magnet, bekerjanya juga diatur oleh sakelar kontrol temperatur.

B. Rangkaian pada evaporator

Instalasi listrik pada evaporator biasanya terbagi atas komponen-komponen sebagai berikut :

- Motor blower dan pengatur putaran
- Termostat

C. Motor blower & pengatur putaran

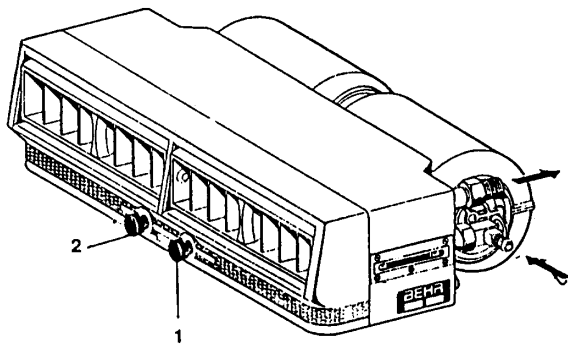
Gambar 7. 38. Pengatur putaran motor blower

Keterangan :

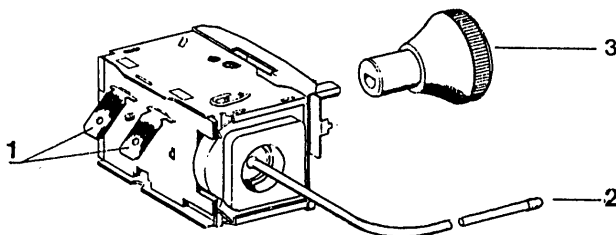
O - Motor mati

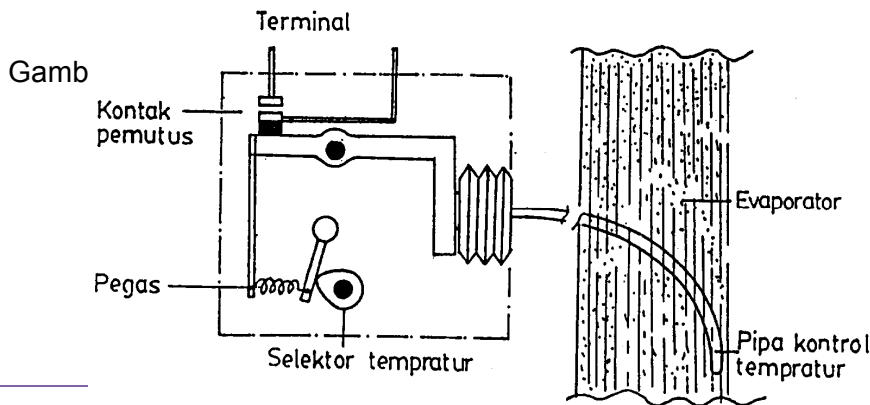
L - Motor putaran rendah

M - Motor putaran medium

H - Motor putaran tinggi

Gambar 7. 39. Blower set sistem AC

1. Saklar termostat (Saklar kontrol temperatur)
2. Saklar motor blower

- Pengatur putaran motor blower evaporator dilakukan dengan memasang tahanan seperti gambar
- Untuk motor blower yang besar pengatur yang besar pengatur putaran dilengkapi pada motor itu sendiri (seperti pada motor penghapus kaca)

D. Termostat

1. Terminal
2. Pipa kontrol temperatur
3. Selektor temperatur

Gamb

Gambar 7. 41. Prinsip kerja saklar termostat

Bagian pipa kontrol temperatur diisi dengan cairan yang sensitif terhadap perubahan suhu evaporator dan pipa itu didempetkan dengan pipa evaporator. Bila temperatur evaporator naik, tekanan cairan dalam pipa kontrol juga naik sampai kontak pemutus berhubungan …… kompresor bekerja sampai suhu evaporator turun lagi, tekanan cairan pipa kontrol juga akan turun demikian seterusnya.

Lamanya kompresor bekerja dapat diatur dengan memutar selektor temperatur, hal ini berarti, tekanan cairan dalam pipa kontrol diimbangi dengan tekanan pegas.

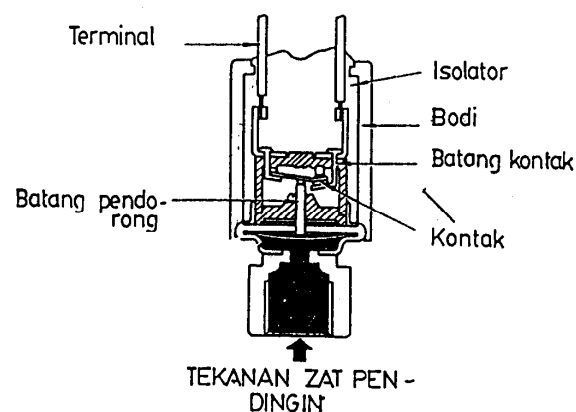
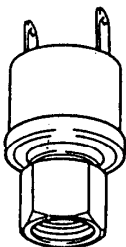
Jenis lain dari termostat ini adalah model thermistor yang biasanya berfungsi bersama unit kontrol sistem AC.

E. Sistem kontrol (Pengaman)

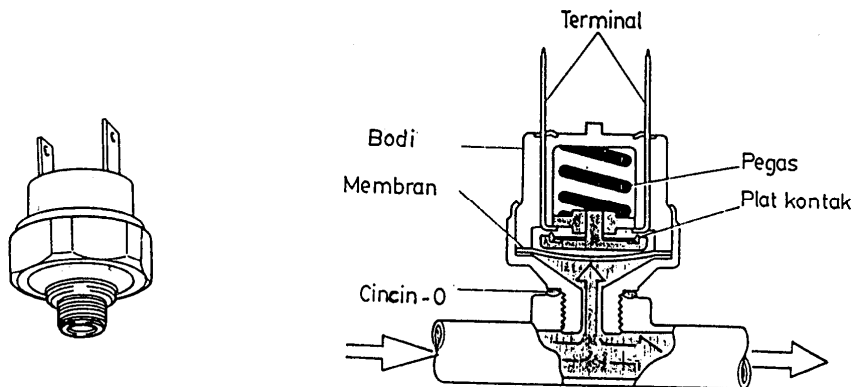
Sistem kontrol pada AC dipasang untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang terjadi pada kompresor atau bagian-bagian lain apabila terjadi kesalahan-kesalahan dalam instalasi sistem AC.

Sistem kontrol itu berupa sakelar yang bekerja memutuskan aliran listrik ke kopling magnet, bila tekanan atau temperatur zat pendingin terlalu tinggi atau tekanan zat pendingin terlalu rendah.

Dengan demikian kompresor tidak akan bekerja bila kesalahan-kesalahan seperti di atas terjadi dalam sistem, maka kerusakan yanglebih besar akibat kesalahan itu dapat di hindari.

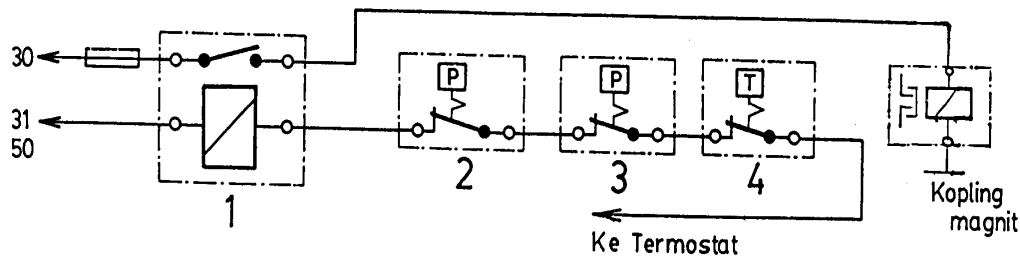
1. Pengontrol tekanan tinggi
2. Pengontrol tekanan rendah
3. Pengontrol temperatur
4. Pengontrol tekanan tinggi

Gambar 7. 42. Saklar tekanan tinggi

Komponen ini dipasang pada saluran tekanan tinggi atau pada filter/saringan dalam keadaan normal kontak akan terhubung, bila tekanan zat pedingin sudah melebihi kira-kira 23 bar kontak akan terbuka, aliran listrik ke kopling magnet terputus/tidak bekerja.

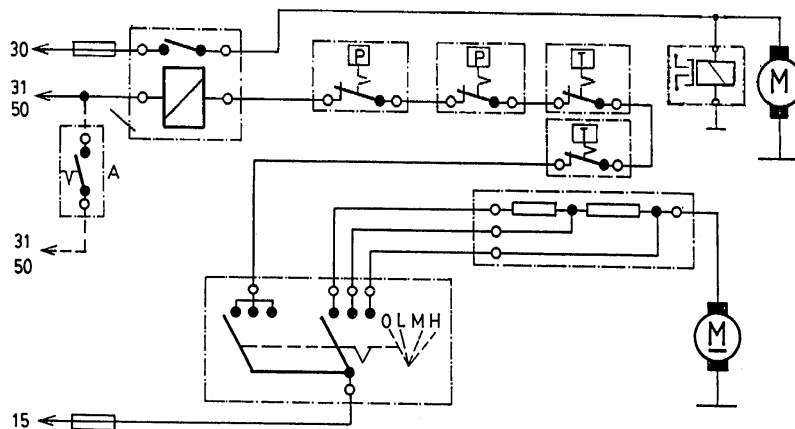
5. Pengontrol tekanan rendah

Gambar 7. 43. Saklar tekanan rendah

Kontak akan memutuskan hubungan bila tekanan zat pendingin dalam sistem kurang dari 1,5 bar, karena kebocoran atau pada waktu pengisian, volume yang masih kurang, hal ini menyebabkan kompresor cepat panas. Pendinginan kompresor juga dilakukan oleh zat pendingin yang kembali kesaluran hisap (S), karena tekanan zat pendingin kecil, maka pendingin kompresor juga akan sedikit, sementara kompresor terus bekerja, akan menimbulkan kerusakan karena panas.

Pengontrol temperatur

Tekanan dan temperatur akan selalu berkaitan, tekanan yang tinggi pada zat pendingin akan mengakibatkan temperaturnya akan tinggi pula, biasanya sebagai ganti pengontrol tekanan tinggi digunakan pengontrol temperatur, yang bekerja berdasarkan temperatur, kontak akan memutuskan listrik ke kopling magnet bila sudah mencapai temperatur tertentu pada zat pendingin.

1. *Relay*
2. *Pengontrl tekanan tinggi*
3. *Pengontrol tekanan rendah*
4. *Pengontrol temperatur*

Gambar 7. 44. Bagan kontrol listrik sistem AC

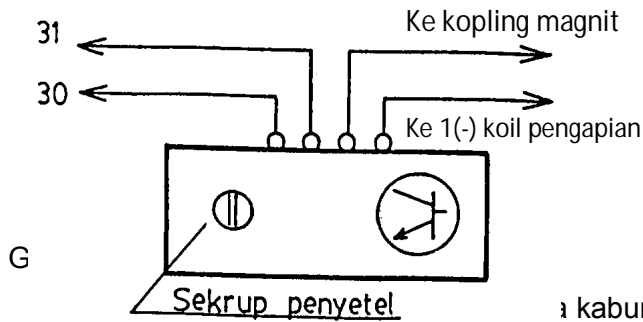
E. Rangkaian lengkap

Gambar 7. 45. Skema kelistrikan sistem AC

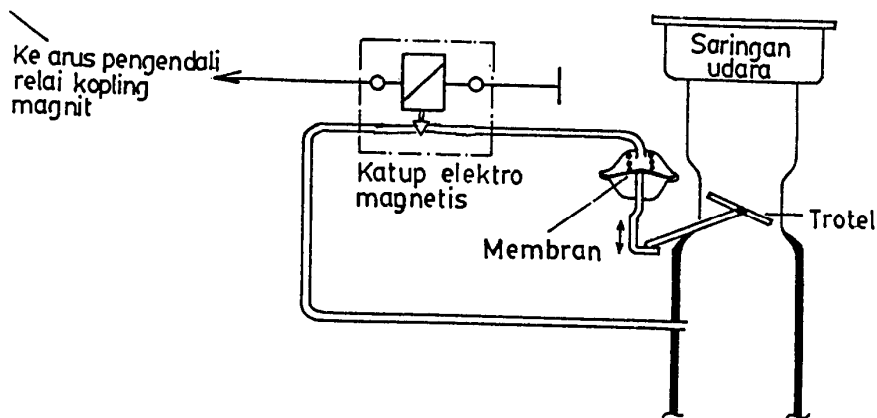
Komponen sistem kontrol (pengaman) biasanya tidak ke tiga-tiganya dipasang sering dipakai 2 atau 1 saja

Relai mencari massa dengan terminal 50, pada kumparan fiksasi motor starter dorong sekrup, agar pada saat motor starter bekerja aliran listrik ke kopling magnet dan kipas kondensor terputus.

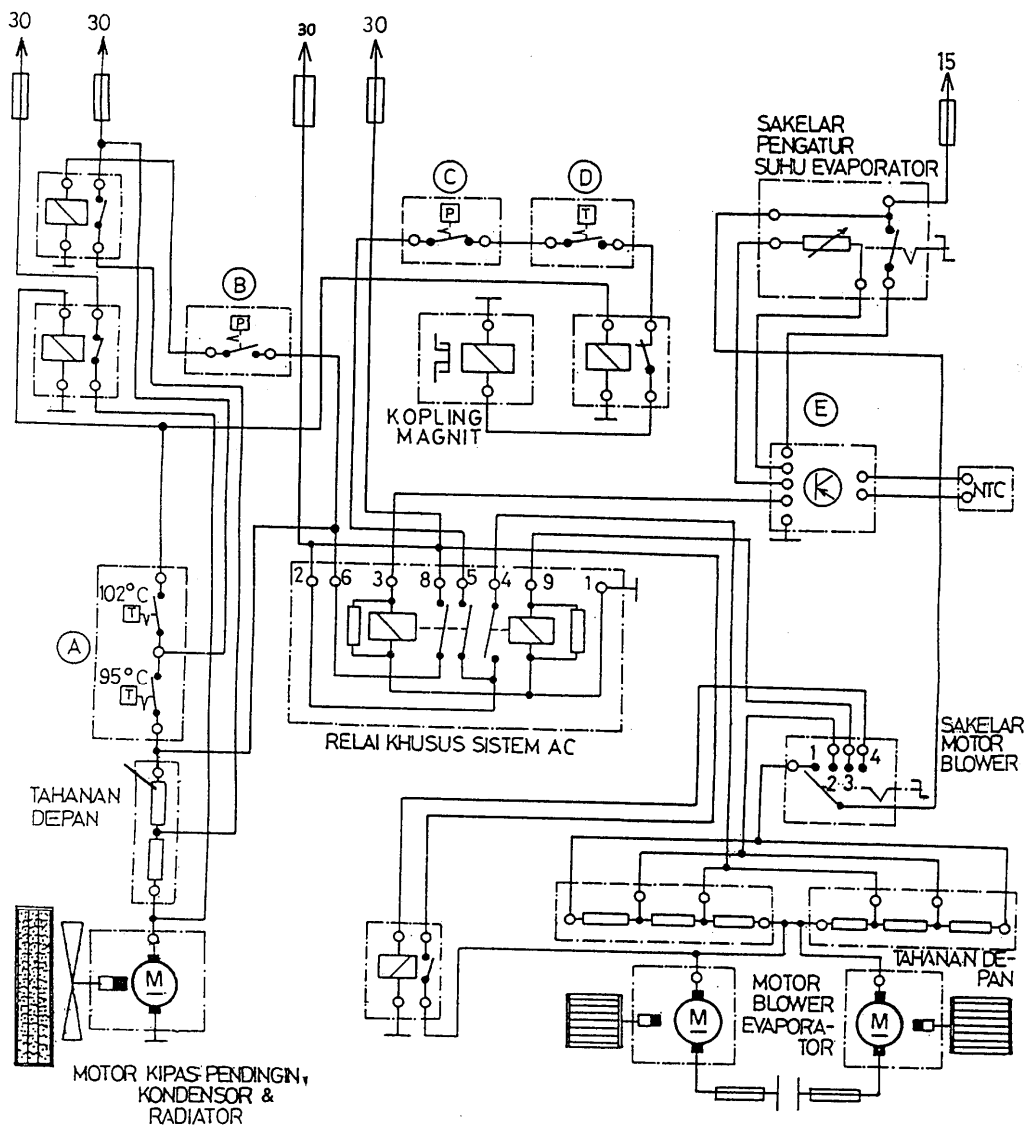
Sakelar mekanis (A) dipasang pada trotel gas atau dimana saja yang memungkinkan sakelar ini berfungsi untuk memutuskan aliran listrik ke kopling magnet pada

waktu motor putaran idle, supaya motor tidak mati pada putaran idle saat sistem AC hidup.

Ada juga pengganti sakelar mekanis ini dipasang sebuah relai elektronika yang dapat menghubung dan memutuskan aliran listrik ke kopling magnet berdasar-kan induksi dari koil pengapian. Relai secara automatis akan memutus aliran listrik ke kopling magnet pada waktu putaran idle.

Sekerup penyetel :
Berfungsi untuk mengatur cepat atau lambatnya kopling magnet menghbung sesuai dengan putaran motor

G … kaburator tidak dilengkapi dengan sistem idle up yang berfungsi untuk meninggikan putaran idle motor pada saat sistem AC dihidupkan.

Gambar 7. 47. Skema idle up sistem AC

Bila sistem AC dihidupkan katup elektro magnetis akan terbuka, kevakuman di bawah trotel akan menarik membran ke atas dan membuka trotel sedikit, daya motor waktu idle bertambah.

Variasi rangkaian listrik sistem AC mobil VW Minibus 1985 (untuk self study)

Gambar 7. 48. Contoh rangkaian kelistrikan sistem AC

Keterangan :

A. Sakelar kontrol temperatur air pendingin dipasang pada radiator

B. Sakelar kontrol tekanan untuk pengatur kecepatan II kipas pendingin

C. Pengontrol tekanan rendah saluran TR sistem AC

D. Pengontrol temperatur udara luar

E. Unit kontrol

7.1.3. Rangkuman

Fungsi sistem AC pada mobil

- Memberikan udara sejuk ke dalam ruangan kendaraan
- Menghindari udara kotor masuk ke dalam ruangan
- Menghilangkan dengan cepat kondensasi pada kaca mobil waktu hujan atau udara lembab

Kompresor pada sistem AC berfungsi untuk Memberi tekanan pada zat pendingin, agar mengalir (bersirkulasi) dalam sistem.

Secara garis besar kompresor ada dua jenis yaitu : Kompresor torak dan Kompresor rotari

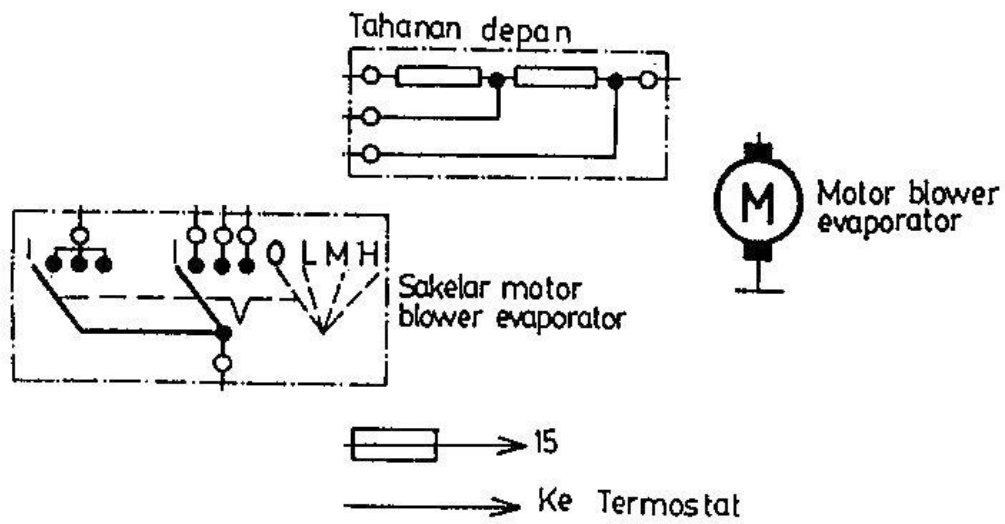
Supaya hubungan kompresor dengan motor penggeraknya dapat diputuskan dan dihubungkan (pada saat AC dihidupkan dan dimatikan), maka kita perlukan sebuah kopling magnet yang dipasang pada poros kompresor, bersama roda puli.

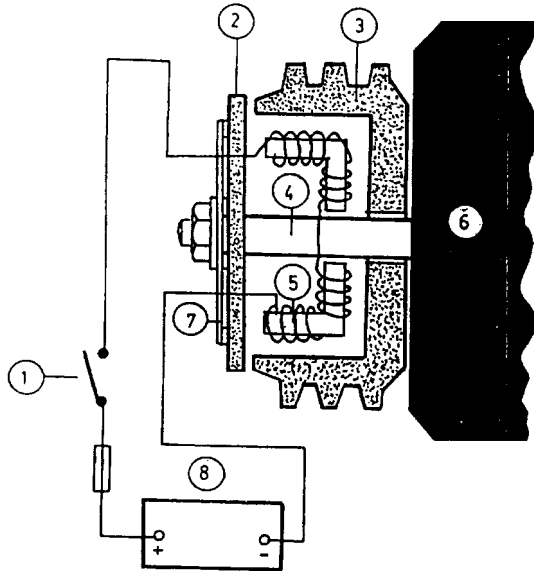
Untuk menyerap uap air dan kotoran kecil pada sistem digunakan saringan / filter.
Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan zat pendingin sehingga terjadi perubahan bentuk dari gas menjadi cair dengan jalan melepas panas melalui kisi kisi kondensor

Tekanan zat pendingin yang berbentuk cair dari kondensor, saringan harus diturunkan supaya zat pendingin menguap, dengan demikian penyerapan panas dan perubahan bentuk zat pendingin dari cair menjadi gas akan berlangsung dengan sempurna sebelum keluar evaporator. Untuk itulah pada saluran masuk evaporator dipasang katub ekspansi.

zat pendingin cair dari kondensor harus dirubah kembali menjadi *gas* dalam evaporator, dengan demikian evaporator harus menyerap panas, agar penyerapan panas ini dapat berlangsung dengan sempurna, pipa – pipa evaporator juga diperluas permukaannya dengan memberi *kisi – kisi* (elemen) dan kipas listrik (blower)

7.1.4.Tugas

Lengkapilah gambar rangkaian kelistrikan sistem AC sederhana di bawah ini

7.1.5. Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1=..

2=..

3=..

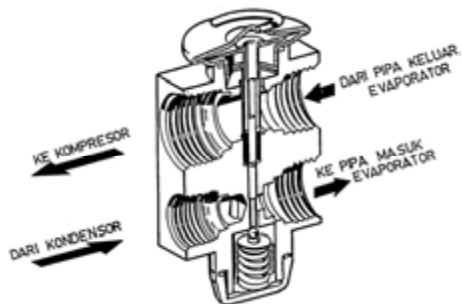
4=..

5=..

6=..

7=..

8=..

2. Di bawah ini adalah potongan dari .... model ....

3. Sebutkan fungsi dari sistem AC !

....

....

....

4. Filter pada sistem AC berfungsi untuk ....

    ....

5. Jelaskan fungsi dari kondensor pada sistem AC !

    ....

    ....

    ....

6. Komponen pada sistem AC yang konstruksinya sama dengan kondensor akan tetapi mempunyai fungsi yang bekebalikan adalah ....

.

7. Apa fungsi dari katup ekspansi ?

    ....

    ....

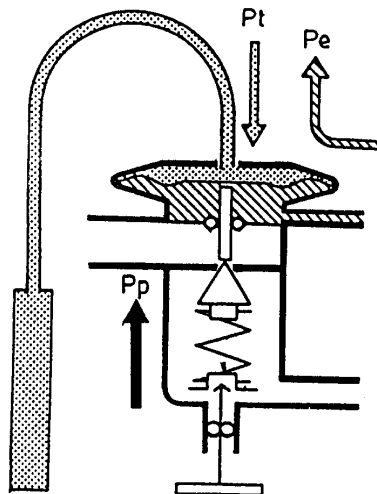
    ....

8. Jelaskan prinsip kerja dari katup ekspansi di bawah ini !

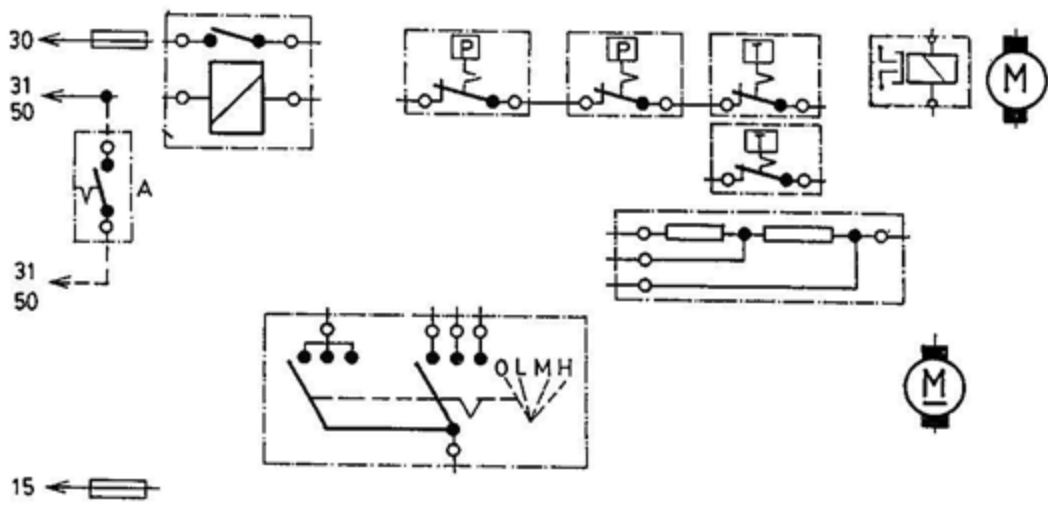
    ....

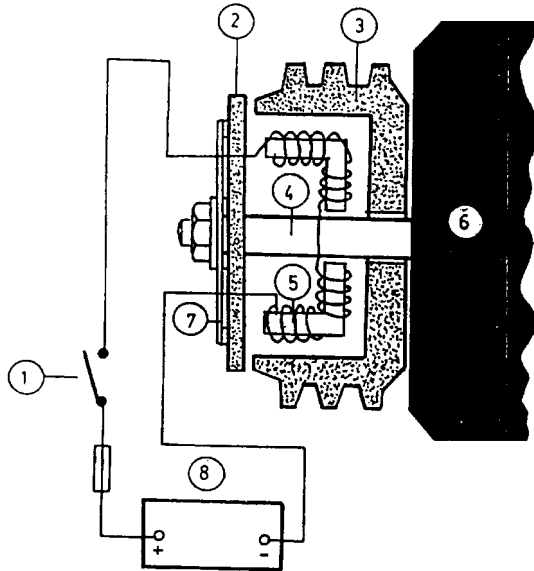
    ....

    ....

....
....

9. Apa kegunaan sistem kontrol pada sistem AC ?

....
....
....

10. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan AC berikut ini !

7.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1= Sakelar

2= Plat penekan

3= Roda pulley

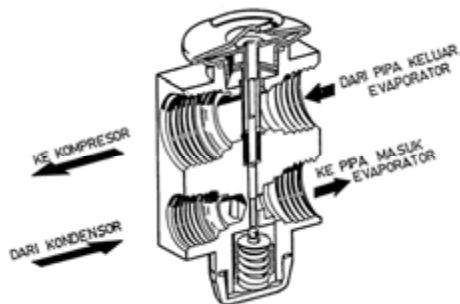
4= Poros kompresor

5= Gulungan magnet listrik

6= Kompresor

7= Pegas plat pengembali

8= Baterai

2. Di bawah ini adalah potongan dari *katup ekspansi* model *blok*

3. Sebutkan fungsi dari sistem AC !

- *Memberikan udara sejuk ke dalam ruangan kendaraan*
- *Menghindari udara kotor masuk ke dalam ruangan*
- *Menghilangkan dengan cepat kondensasi pada kaca mobil waktu hujan atau udara lembab*

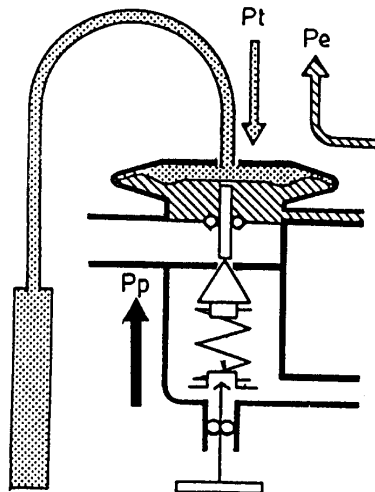
4. Filter pada sistem AC berfungsi untuk *menyerap uap air dan kotoran kecil pada sistem*

5. Jelaskan fungsi dari kondensor pada sistem AC !
   Berfungsi untuk mengkondensasikan zat pendingin sehingga terjadi perubahan bentuk dari gas menjadi cair dengan jalan melepas panas melalui kisi kisi kondensor

6. Komponen pada sistem AC yang konstruksinya sama dengan kondensor akan tetapi mempunyai fungsi yang bekebalikan adalah *evaporator*

.

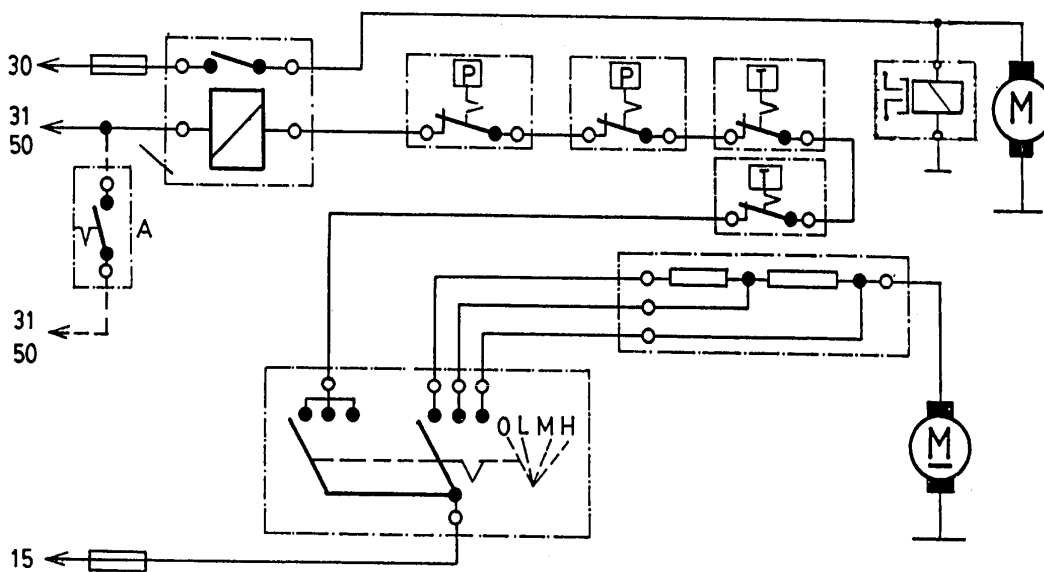
7. Apa fungsi dari katup ekspansi ?
   Untuk menurunkan tekanan zat pendingin yang berbentuk cair dari kondensor supaya menguap menjadi bentuk gas.

8. Jelaskan prinsip kerja dari katup ekspansi di bawah ini !

- *Tekanan di atas membran tergantung dari suhu pipa keluar evaporator.*
- *Pada waktu tekanan pipa keluar evaporator turun, tekanan di atas membran akan mendorong batang dan katup sampai membuka saluran. Zat pendingin mengalir ke evaporator.*
- *Bila tekanan evaporator naik, Pe juga naik, Pt turun (lihat persamaan), Pp akan mendorong katup ke atas kembali sampai menutup saluran. Zat pendingin tidak*

mengalir ke evaporator ----- Suhu evaporator naik kembali dan tekanannya akan turun katup akan bekerja seperti semula, demikian seterusnya.

9. Apa kegunaan sistem kontrol pada sistem AC ?

   Sistem kontrol pada AC dipasang untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang terjadi pada kompresor atau bagian-bagian lain apabila terjadi kesalahan-kesalahan dalam instalasi sistem AC.

10. Lengkapi gambar rangkaian kelistrikan AC berikut ini !

7.1.7. Lembar kerja siswa

Lakukan pengamatan terhadap 10 kendaraan yang menggunakan AC !, kompressor type apa yang paling banyak digunakan ?

BAB VIII

VEHICLE SECURITY SYSTEM

KELAS XI SEMESTER 1

PERTEMUAN 11; 12; 13 & 14

ALARM, CENTRAL DOOR LOCK DAN WIRELESS REMOTE

8.1. Kegiatan Pembelajaran : Alarm, Central Door Lock dan Wireless Remote

Amatilah Gambar di bawah ini dan diskusikan hasilnya

Gambar 8. 1. Alarm

8.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami komponen dan cara kerja dari sistem siatem Alarm, Central Door Lock dan Wireless Remote serta menerangkan fungsi rangkaian sistem Alarm, Central Door Lock dan Wireless Remote

8.1.2. Uraian Materi

Alarm, Central Door Lock dan Wireless Remote

Alarm, sentral door lock dan wereles remote merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari beberapa bagian dengan fungsi saling mendukung satu dengan yang lainnya, diantaranya: Fungsi anti maling (alarm), fungsi membuka dan mengunci pintu secara terpusat, dan fungsi buka dan mengunci pintu secara jarak jauh (wereles).

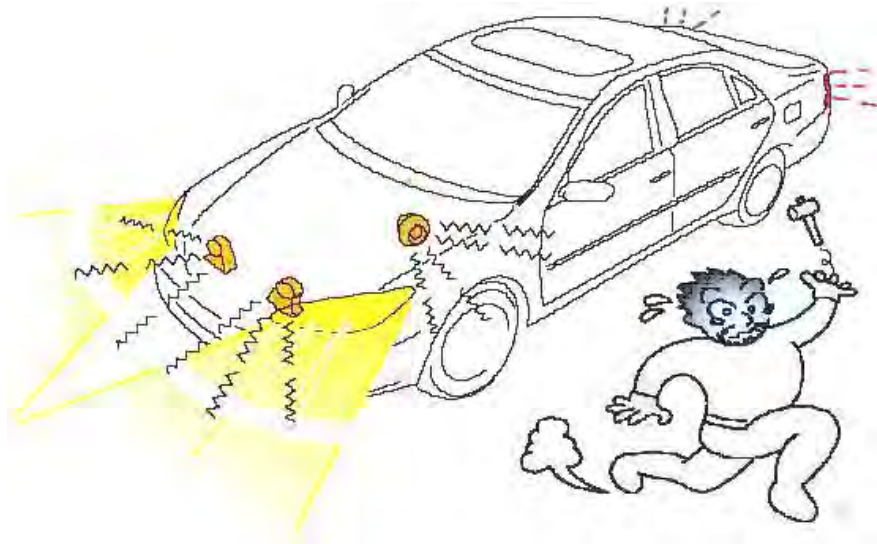
Gambar 8. 2. Alarm, sentral door lock dan wereless remote

Fungsi Anti Maling (Alarm)

Untuk mencegah pencurian kendaraan, sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan apabila ada pintu atau penutup/kap mesin yang dibuka secara paksa oleh orang yang tidak bertanggung jawab atau baterei terminal diputuskan kemudian di-sambung lagi saat pintu dalam keadaan terkunci.

Alarm akan membuat klakson (spiker sirine) berbunyi terputus-putus dan lampu depan, lampu belakang serta lampu interior menyala. Hal tersebut akan memberikan sinyal baik dalam bentuk suara maupun dalam bentuk visual kepada pemilik kendaraan atau kepada

orang lain bahwa ada seseorang yang akan melakukan kejahatan terhadap mobil tersebut. Dengan demikian tindak kejahatan pencurian kendaraan atau barang barang yang ada dalam kendaraan dapat diminimalisir bahkan dapat dicegah

Saat kondisi kendaraan di parkir bila sistem alarm diaktifkan, lampu indikator akan menyala untuk memberitahukan ke sekeliling bahwa kendaraan ini dileng-kapi dengan sistem anti pencurian.

Gambar 8. 3. Percobaan pencurian

Fungsi alarm bervariasi tergantung jenis dan merek suatu kendaraan, biasanya fungsi alarm dilengkapi dengan fungsi door lock. Ada juga yang dikombinasi dengan tidak bekerjanya relay stater saat alarm bekerja, sehingga kendaraan tidak bisa dihidupkan. Atau juga sering disebul dengan engine killing.

Prinsip Kerja Sistem Alarm

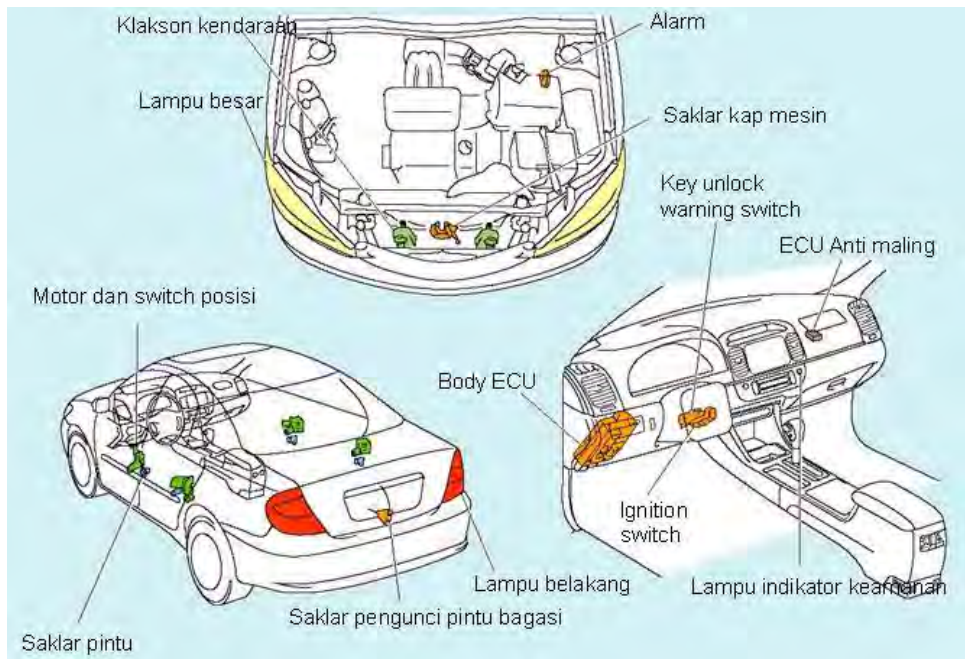
Sistem Alarm akan bekerja bila ECU mendeteksi terjadinya ketidak beresan sistem, atau ada pengoperasian yang bukan/ tidak sesuatu prosedur.

Fungsi Alarm akan aktif jika pintu dikunci oleh operasi yang dijalankan dengan :

- Mengunci pintu dengan menggunakan pengunci di pintu pengemudi depan.
- Mengunci pintu dengan menggunakan transmiter (termasuk 30 detik auto lock)
- Mengunci pintu pengemudi tanpa menggunakan pengunci (mengunci dari knob di dalam pintu dan saat menutup pintu)

Fungsi Alarm atau keamanan akan tidak aktif (untuk membatalkan kunci keamanan) bila operasi dibawah ini dilakukan :

- Membuka semua pintu dengan menggunakan pengunci di pintu pengemudi.
- Membuka pintu dengan menggunakan transmiter.
- Membuka pintu pengemudi dengan knob.
- Setelah menyetel fungsi pengamanan, fungsi pencegahan tertinggalnya kunci akan membuka semua pintu.

Posisi dan Nama bagian Sistem Alarm

Gambar 8. 4. Posisi komponen Alarm

Alarm

- Klakson keamanan (Sirine Alarm)
- Klakson mobil
- Lampu depan dan lampu belakang
  Cara kerja lampu nyala berkedip bila ada pencurian.
- Lampu indikator keamanan
  Lampu ini memberitahukan apakah sistem dalam keadaan aktif. Pada saat sistem dalam tahap aktif, lampu indikator menyala untuk memberitahukan sekelilingnya bahwa kendaraan ini dilengkapi dengan anti pencurian.
- Saklar door lock utama (motor)
  Pada saat sistem ada di tahap alarm dan pintu dibuka maka sistem akan secara otomatis mengunci pintu.

Saklar

- Saklar pintu
- Saklar kap mesin
- Saklar pintu bagasi

  Dia akan mendeteksi apakah pintu, kap mesin dan pintu bagasi terbuka/tertutup, dan mentransmisikan sinyalnya ke ECU anti pencurian.

Gambar 8. 5. Saklar pintu

- Kunci kontak

  Switch ini mendeteksi keadaan kunci kontak dan mentransmisikan sinyal ke ECU anti pencurian.
- Saklar pendeteksi kunci

Switch ini mendeteksi apakah kunci dimasukkan ke silinder kunci kontak dan mentransmisikan sinyal ke ECU anti pencurian.

- Rangkaian door lock (posisi switch)
- Switch membuka kunci pintu bagasi

  Switch-switch ini mendeteksi keadaan terkunci/terbuka dari masing-masing pintu dan mentransmisikan sinyal ke ECU anti pencurian.

Komponen sistem alarm after market banyak di jual di pasaran, sehingga memungkinkan kendaraan yang belum dilengkapi dengan sistem alarm dapat ditambahkan tersendiri dengan berbagai varian tipe.

Gambar 8. 6. Komponen alarm after market

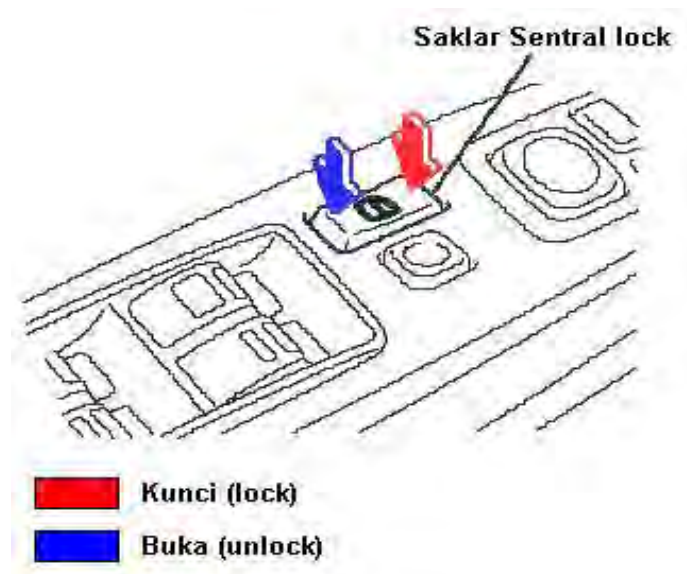
Sentral door lock

Sentral door lock merupakan sistem terpusat dalam control penguncian pintu. Sistem kontrol mengunci pintu tidak hanya masalah bekerjanya pintu terkunci atau tidak namun juga berbicara masalah kelistrikannya. Sistem control penguncian ada juga yang mempunyai fungsi untuk mendeteksi kunci tertinggal dalam kendaraan. Fungsi ini ditopang oleh pelbagai sistem tergantung model, dan golongan/kelas.

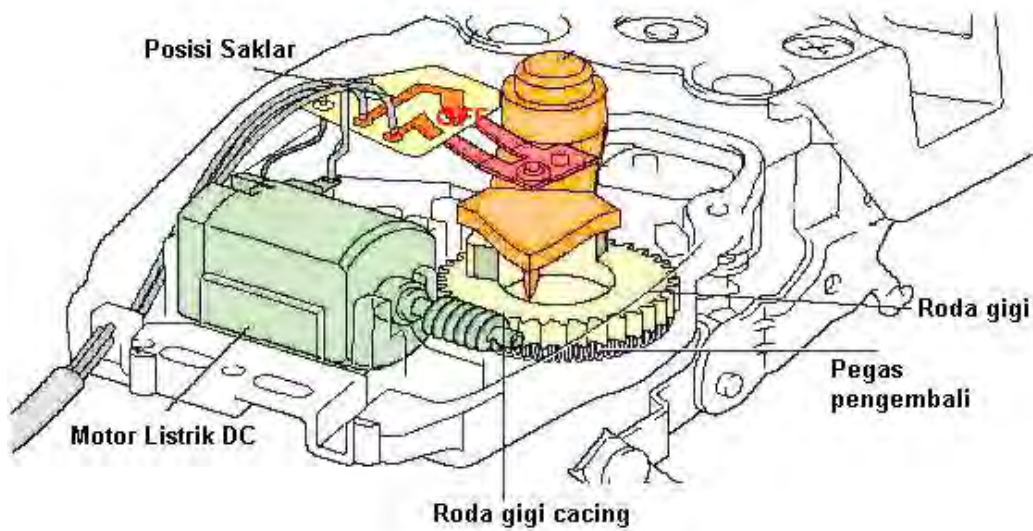
Komponen Sentral door lock

Komponen sentral door lock terdiri dari beberapa bagian diantaranya :

- Saklar door lock

Saklar door lock merupakan saklar on dan off (tombol) utama yang terdapat pada pintu pengemudi (sopir). Satu sklar dengan dua posisi berfungsi untuk membuka dan mengunci semua pintu secara bersamaan, dimana saklar diposisikan pada buka maka semua pintu akan terbuka, saklar pada posisi kunci maka semua pintu akan terkunci.

Gambar 8. 7. Saklar door lock

• Saklar pintu utama dgn motor

Motor pintu utama merupakan motor listrik yang terdapat pada pintu pengemudi, dimana unit motor dilengkapi dengan sebuah saklar yang merupakan sentral informasi membuka atau mengunci pintu.

Gambar 8. 8. Motor Pintu Utama

Gambar 8. 9. Knop saklar pintu

Relai Sentral door lock

Relai sentral door lock terdiri dari rangkain elektronika serta relay untuk buka dan relai untuk kunci.

Relai sentral door lock berfungsi untuk membuka atau mengunci semua pintu dengan mengendalikan motor pada masing-masing pintu. Bekerjanya relai berdasarkan sinyal dari pintu utama (pintu pengemudi).

- Motor door lock

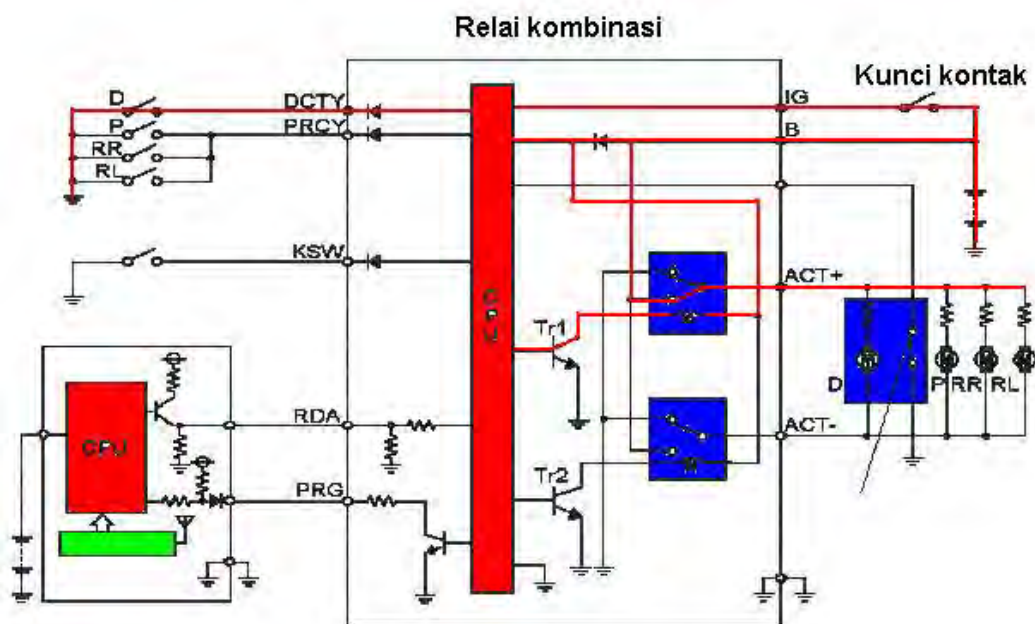
Motor door lock adalah motor listrik DC yang dilengkapi dengan roda gigi untuk merubah gerak putar motor menjadi gerak translasi yang berfungsi untuk menarik atau mendorong bagian pengunci pintu sehingga dapat dilakukan mengunci atau membuka seara sentral dan dapat dikombinasikan dengan remot kontrol

Gambar 8. 10. Motor door lock

Prinsip Kerja

1. Fungsi Secara Manual

Fungsi mengunci/ membuka secara manual. Bila saklar kontrol pintu berada pada posisi lock/unlock maka semua pintu akan berada pada posisi yang sama.

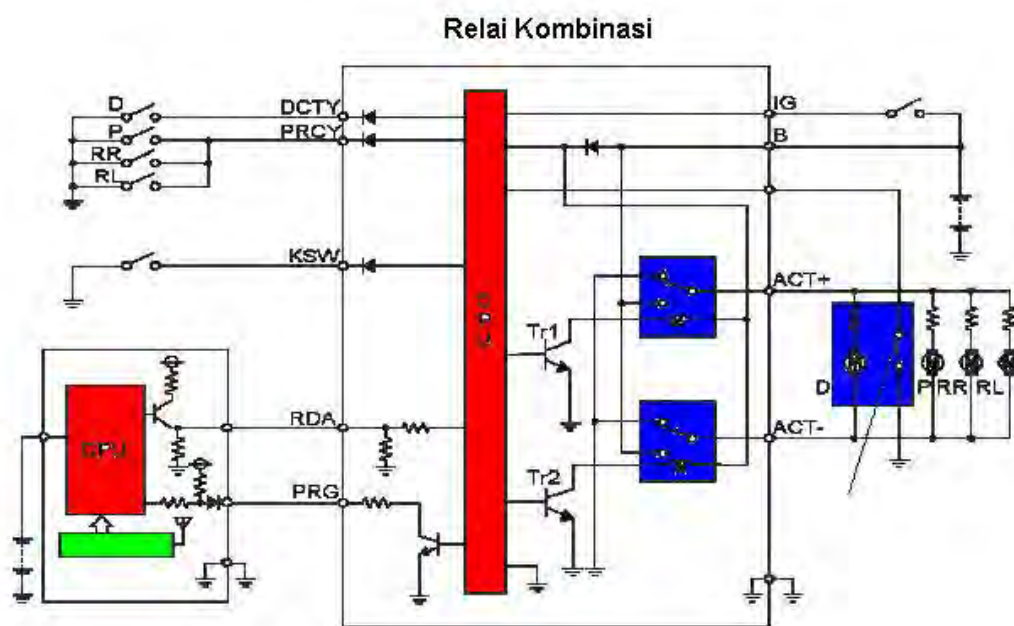
Jika kontrol penguncian pintu dioperasikan di posisi mengunci /membuka, maka sinyal akan ditransimisikan ke CPU di relai gabungan. Setelah menerima sinyal, CPU menyalakan Tr1 atau Tr2 kurang lebih 0,2 detik dan juga menyalakan relai mengunci/ membuka. Dalam keadaan ini relai mengunci/membuka membentuk rangkaian massa dan arus akan mengalir dari baterai ke massa melalui motor sehingga motor peng-gerak kontrol penguncian berputar di posisi mengunci/membuka dan mem-buka/menutup switch posisi pe-nguncian pintu.

Gambar 8. 11. Operasi buka tutup secara manual

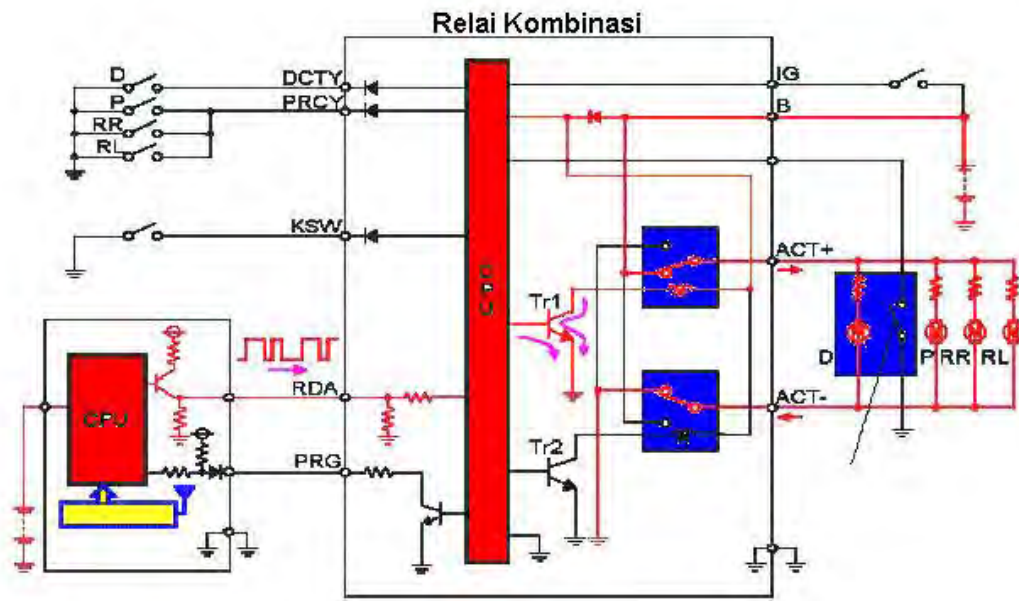
Pengoperasian dengan Remote Control

- Pengoperasian semua pintu lock/unlock

Bila tombol lock/unlock di transmitter ditekan dan bila kunci kontak tidak terpasang di lubangnya dan semua pintu tertutup, maka kendaraan akan mengenali kode dan fungsi kode yang dialirkan. Bila penerima kontrol pintu menerima kode ini, maka CPU di kontrol pintu akan memeriksa dan menentukan. Apabila penerima mengenali kode pintu lock/unlock , maka akan me-ngirimkan sinyal ke relay gabungan.

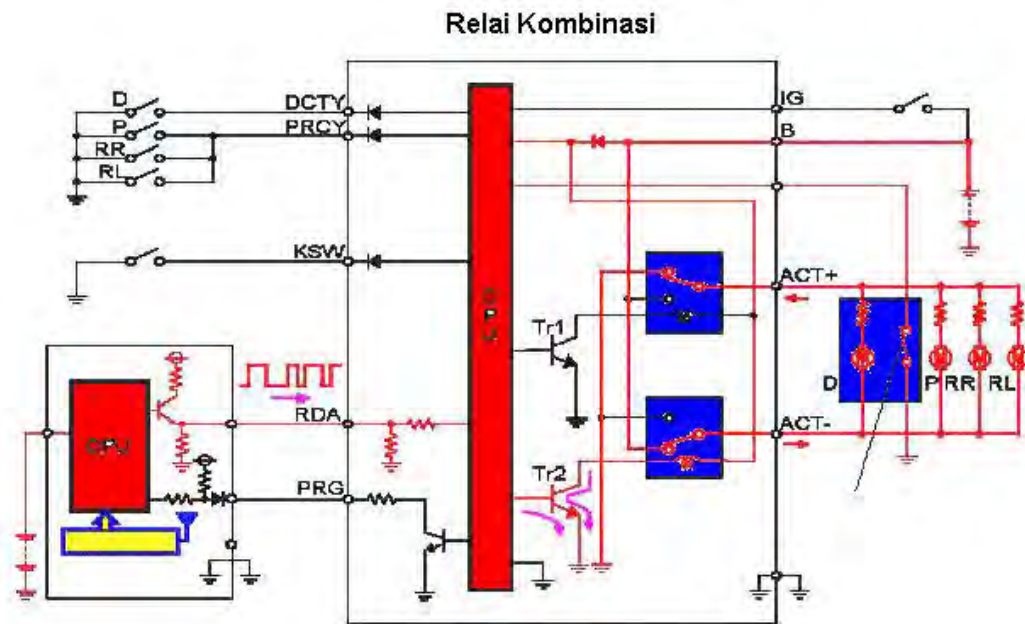
- Beroperasi di bagian relay gabungan

Bila relay gabungan menerima sinyal pintu lock/unlock, maka ia akan menyalakan Tr 1/Tr 2, dan membuat relay lock/unlock menyala. Hasilnya motor di semua pintu kontrol meng-hidupkan sisi lock/unlock.

Gambar 8. 12. Posisi netral

Mengunci dengan remote kontrol

Gambar 8. 13. Operasi tutup dengan remote

Operasi mengunci

ECU Wereless menerima sinyal dengan kode kunci, Relai kombinasi menerima kode dari ECU wereless untuk mengaktifkan Tr1 supaya relai sentral lock mengaktifkan motor guna mengunci semua pintu.

Membuka dengan remote kontrol

Relai Kombinasi

Gambar 8. 14. Operasi buka dengan remote

Operasi Membuka

ECU Wereless menerima sinyal dengan kode buka, Relai kombinasi menerima kode dari ECU wereless untuk mengaktifkan Tr2 supaya relai sentral lock untuk mengaktifkan motor guna membuka kunci semua pintu..

8.1.3. Rangkuman

Alarm, sentral door lock dan wereles remote merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari beberapa bagian dengan fungsi saling mendukung satu dengan yang lainnya, diantaranya: Fungsi anti maling (alarm), fungsi membuka dan mengunci pintu secara terpusat, dan fungsi buka dan mengunci pintu secara jarak jauh (wereles).

Alarm berfungsi untuk mencegah pencurian kendaraan, sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan apabila ada pintu atau penutup/kap mesin yang dibuka secara paksa oleh orang yang tidak bertanggung jawab atau baterei terminal diputuskan kemudian di-sambung lagi saat pintu dalam keadaan terkunci.

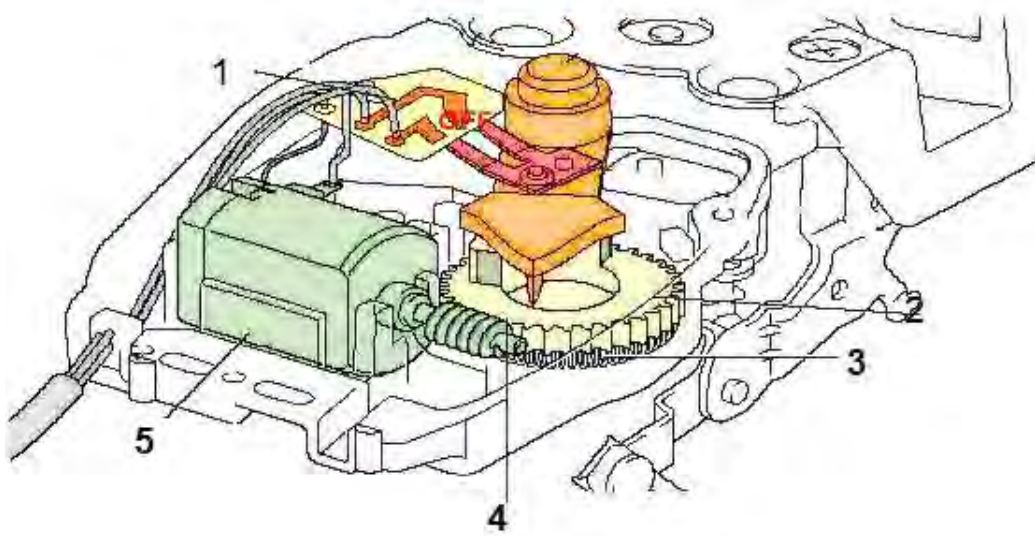
Sistem Alarm akan bekerja bila ECU mendeteksi terjadinya ketidak beresan sistem, atau ada pengoperasian yang bukan/ tidak sesuatu prosedur.

Sentral door lock merupakan sistem terpusat dalam control penguncian pintu. Sistem kontrol mengunci pintu tidak hanya masalah bekerjanya pintu terkunci atau tidak namun juga berbicara masalah kelistrikannya. Sistem control penguncian ada juga yang mempunyai fungsi untuk mendeteksi kunci tertinggal dalam kendaraan. Fungsi ini ditopang oleh pelbagai sistem tergantung model, dan golongan/kelas.

8.1.4.Tugas

Lakukan eksperimen merangkai komponen door lock yang sudah disiapkan komponen seperti di bawah ini

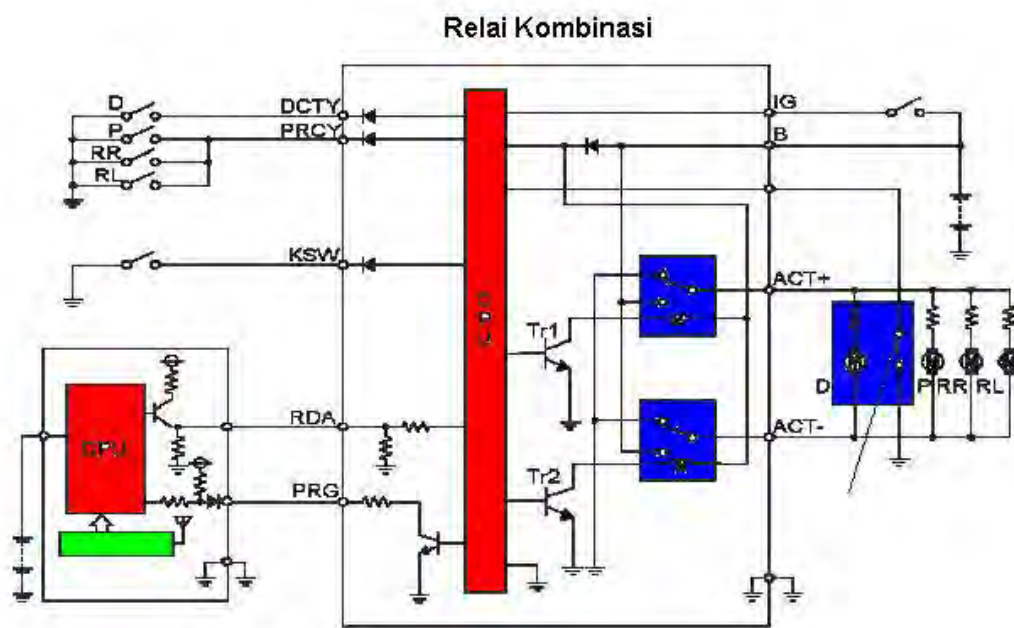
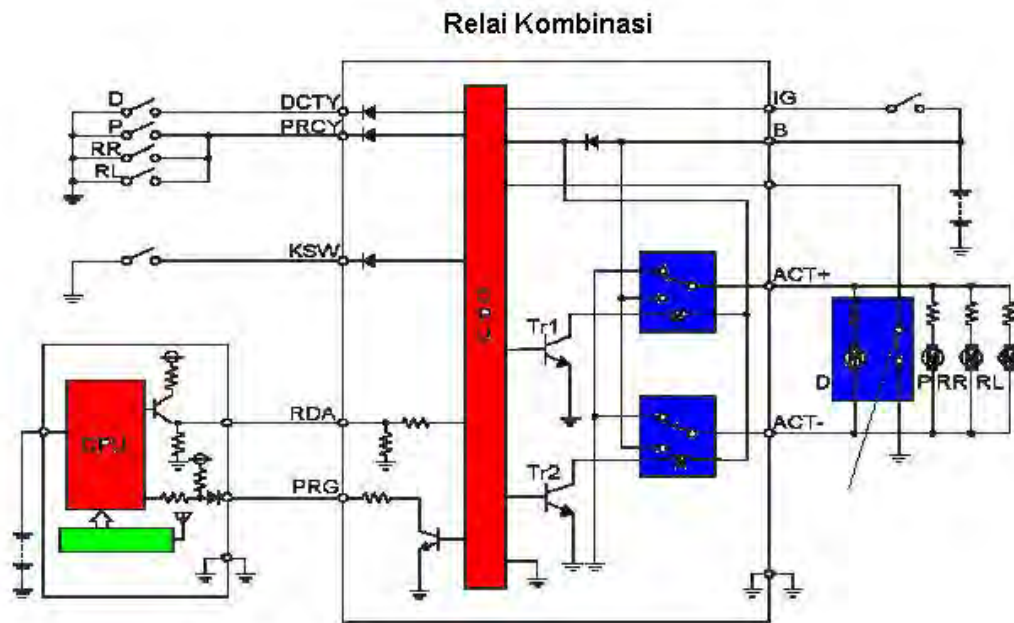
8.1.5. Tes Formatif

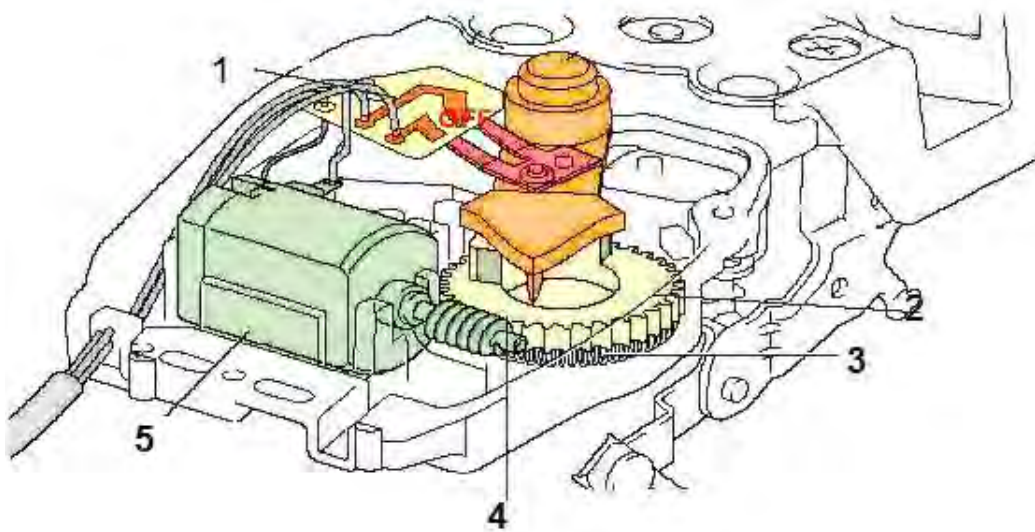
1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1=..
2=..
3=..
4=..
5=..

2. Di bawah ini adalah gambar dari ....

3. Sebutkan fungsi dari sistem Alarm !

....
....
....
....
....

4. Warnai aliran arus pada rangkaian dibawah ini dengan warna merah saat operasi menutup !

5. Warnai aliran arus pada rangkaian dibawah ini dengan warna merah saat operasi membuka !

8.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Lengkapilah keterangan Gambar di bawah ini!

1= Posisi saklar

2= Roda gigi

3= Pegas pengembali

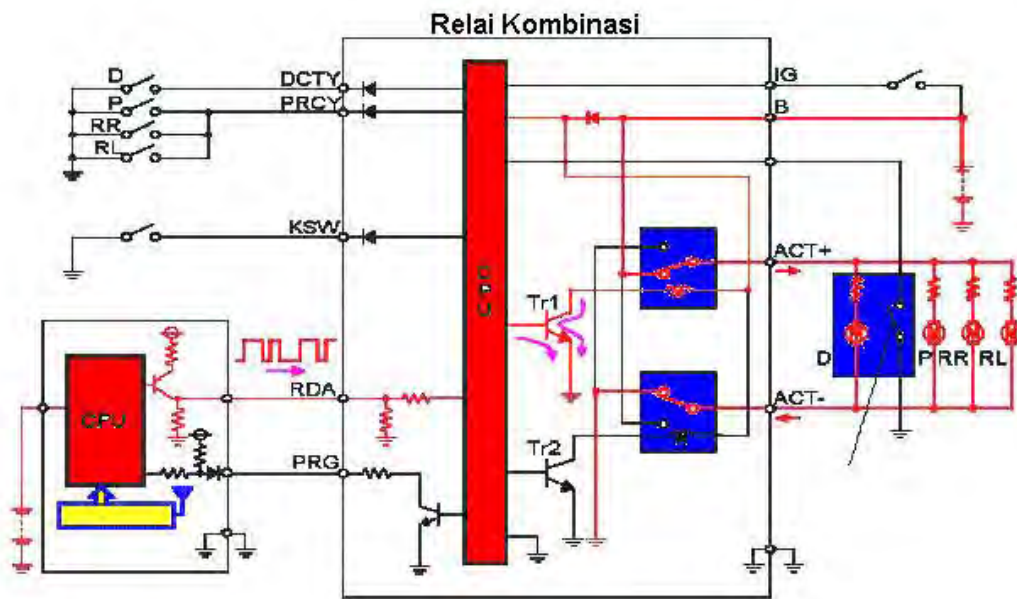
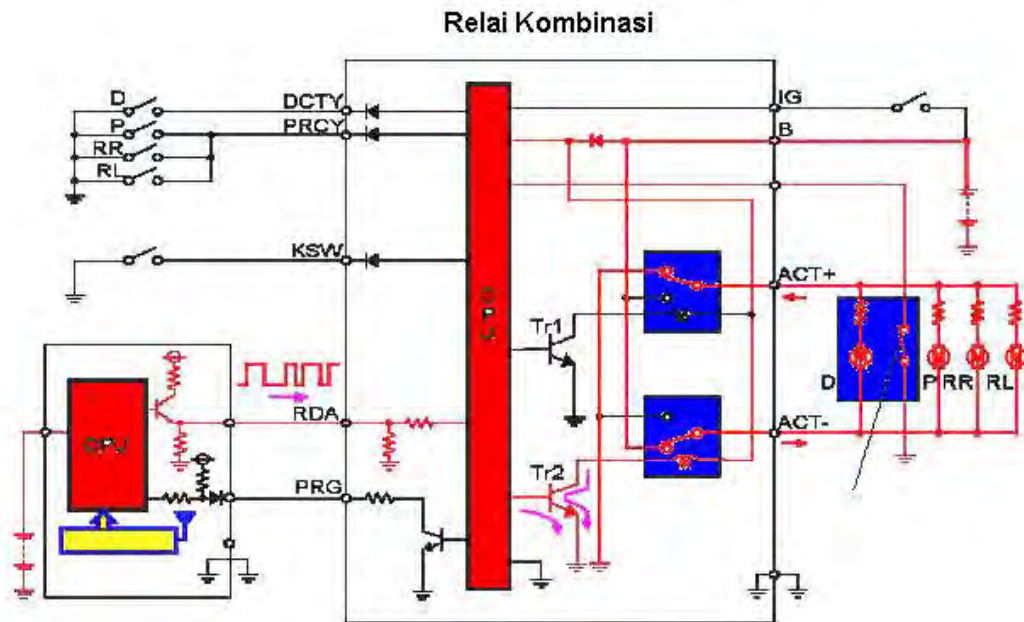
4= Roda gigi cacing

5= Motor listrik DC

2. Di bawah ini adalah gambar dari *remote kontrol sistem alarm kendaraan*

3. Sebutkan fungsi dari sistem Alarm !

untuk mencegah pencurian kendaraan, sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan apabila ada pintu atau penutup/kap mesin yang dibuka secara paksa oleh orang yang tidak bertanggung jawab atau baterei terminal diputuskan kemudian di-sambung lagi saat pintu dalam keadaan terkunci.

4. Warnai aliran arus pada rangkaian dibawah ini dengan warna merah saat operasi menutup !

5. Warnai aliran arus pada rangkaian dibawah ini dengan warna merah saat operasi membuka !

8.1.7. Lembar kerja siswa

Lakukan pengamatan terhadap 10 kendaraan yang menggunakan Alarm dan central door lock !, Dari pengamatan saudara berapa persen yang menggunakan sistem alarm OEM (asli bawahan dari kendaraan sejak baru) ?

BAB IX

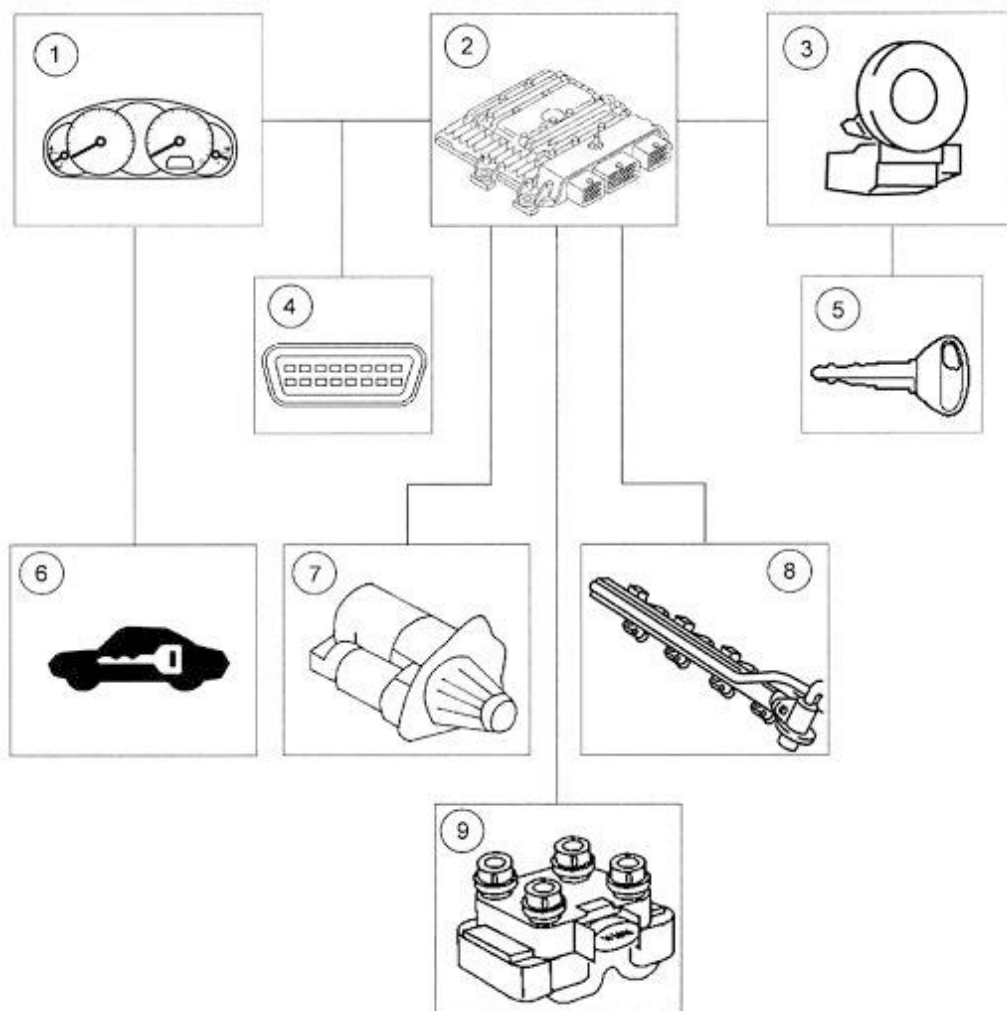
VEHICLE SECURITY SYSTEM

KELAS XI SEMESTER 1

PERTEMUAN 15; 16; 17 & 18

IMMOBILIZER

9.1. Kegiatan Pembelajaran

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait nama-nama komponen pada sistem immobilizer !

Gambar 9.1 Diskusi tentang komponen pada sistem immobilizer

9.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat menjelaskan fungsi, tujuan, cara kerja, wiring, prosedur diagnosa *vehicle security system* khususnya pada sistem immobilizer serta siswa mampu merawat, mendiagnosa dan memperbaiki *vehicle security system*, khususnya pada sistem immobilizer.

9.1.2. Uraian Materi

Pengantar

Pada tahun 90-an, perusahaan asuransi kendaraan menuntut perlindungan teknis yang efektif terhadap pencurian mobil untuk dikembangkan oleh produsen mobil. Persyaratan utama dari perusahaan asuransi adalah bahwa sistem anti-maling harus mengaktifkan dirinya sendiri secara otomatis. Oleh karena itu, produsen mobil mengembangkan sistem immobilizer yang mampu mengaktifkan dirinya sendiri berupa perangkat anti-maling elektronik. Sistem ini akan mencegah mesin hidup jika memakai kunci kontak yang tidak diketahui. Ini berarti bahwa fungsi immobilizer hanya dinonaktifkan bila kunci kontak dihidupkan dengan kunci yang teregistrasi dan diaktifkan secara otomatis ketika kunci kontak dimatikan.

Menyikapi hal tersebut, sejak tahun 1995, salah satu produsen kendaraan penumpang merk Mazda yang dijual di Eropa yang dilengkapi dengan sistem immobilizer yang memenuhi persyaratan yang disebutkan di atas. Dan juga dengan produsen kendaraan lainnya, baik di Asia, Amerika, Eropa dan benua lainnya, berlomba-lomba mengembangkan sistem ini yang dipasang di kendaraan hasil produksi masing-masing. Sementara itu, dengan adanya kemajuan secara teknis telah menghasilkan sistem yang lebih canggih untuk meningkatkan perlindungan terhadap pencurian kendaraan.

Keterampilan yang dibutuhkan untuk mendiagnosa dan memperbaiki sistem immobilizer merupakan kompetensi dasar yang harus dimiliki, karena kegagalan memperbaiki dapat menyebabkan mesin non aktif atau mesin tidak bisa hidup karena suatu alasan, yang mungkin tidak kelihatan secara langsung. Setiap orang yang berhubungan dengan diagnosis dan perbaikan sistem immobilizer kendaraan harus memiliki pengetahuan untuk memberikan perbaikan awal yang benar.

Pada bagian tentang immobilizer ini, berisikan mengenai panduan teoritis dan praktis untuk mendapatkan pengetahuan tentang berbagai sistem immobilizer, komponen, fungsi dan diagnosis pada kendaraan secara umum dan kendaraan tertentu secara lebih spesifik.

Data, tabel dan prosedur yang dipakai dalam buku ini hanya berfungsi sebagai contoh. Data, tabel dan prosedur diambil dari literatur yang ada dan mungkin mengalami perubahan besar atau kecil sejalan bertambahnya waktu. Untuk mencegah mis-diagnosis, dianjurkan untuk selalu merujuk pada literatur yang ada mengenai sistem immobilizer pada setiap kendaraan.

Sistem immobilizer adalah perangkat perlindungan terhadap pencurian kendaraan yang hanya memungkinkan mesin bisa hidup dengan kunci yang telah teregistrasi sebelumnya. Jadi sistem ini berfungsi untuk mencegah pencurian kendaraan yang dilakukan dengan cara seperti pemaksaan kunci atau dengan cara metode "*hotwiring*". Istilah *hotwiring* merupakan metode untuk membuat cara bypass secara elektronik sehingga mesin dapat dihidupkan tanpa menggunakan kunci yang memakai sistem immobilizer.

Selama operasi ketika mesin di-start diamankan dengan cara PCM (*Powertrain Control Module*) atau ECM (*Engine Contol Modul*) atau ECU (*Electronic Control Unit*) atau modul kontrol engine belum diaktifkan untuk menjalankan sistem pengapian, sistem bahan bakar / injeksi dan starter. Untuk mengaktivasi PCM/ECM/ECU (modul kontrol engine) dibutuhkan sinyal yang sesuai yang mengindikasikan bahwa kunci kontak yang digunakan merupakan kunci yang benar.

Oleh karena itu, setiap kunci mobil yang asli dilengkapi dengan microchip yang berisi ID (*Identification Number*) yang unik yang sudah terigistrasi di dalam modul kontrol sistem immobilizer atau dalam ECU immobilizer. Sistem immobilizer mengaktifkan dirinya secara otomatis ketika kunci kontak diputar pada posisi "ACC" atau "LOCK". Sistem ini hanya dapat dinonaktifkan dengan kunci yang teregistrasi.

Tergantung pada jenis immobilizer, lampu keamanan (*security light*) akan menandakan sistem aktivasi dan malfungsi atau hanya sistem malfungsi saja. Semua sistem immobilizer digunakan pada kendaraan biasanya sudah dilengkapi dengan OBD (*On-Board Diagnostic*) yang berfungsi untuk mendeteksi, mendiagnosa dan menunjukkan kerusakan. Suatu kerusakan yang terdeteksi dapat diindikasikan berupa DTC (*Diagnostic Trouble Code*)

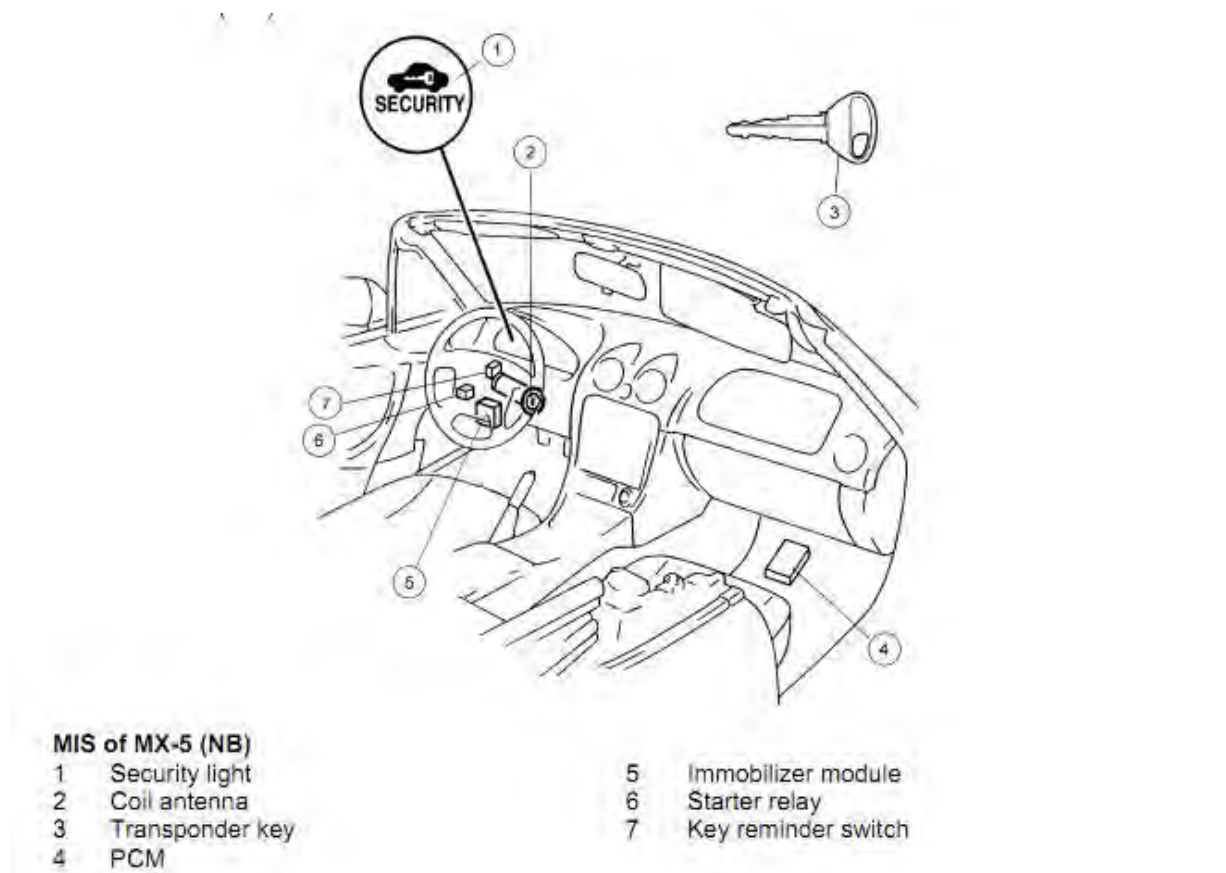
dengan pola kedipan dari lampu keamanan (*security light*) dan / atau dapat diambil dari modul kontrol (ECU) immobilizer dengan bantuan dari WDS (*Diagnostic System Worldwide*) atau Scaner atau Scantool.

Tipe Sistem Immobilizer

Pada dasarnya ada 2 tipe yang berbeda dari sistem immobilizer yang dipakai dikendaraan :

- ✓ Sistem yang dipakai dan dikembangkan oleh masing-masing produsen mobil baik MAZDA (Mazda *Immobilizer System/MIS*), Toyota, BMW, Honda dan lain-lain.
- ✓ Sistem *Pasif Anti Theft*.

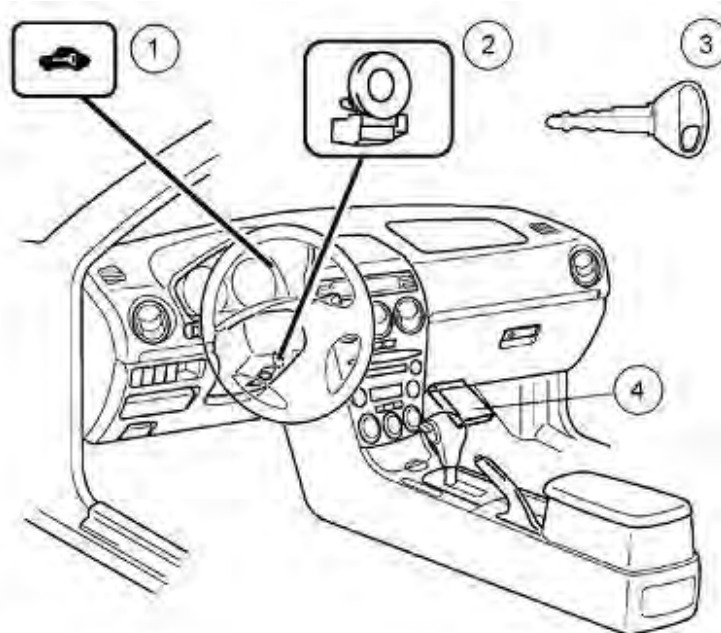
MIS (Mazda Immobilizer System)

Pada MIS (*Mazda Immobilizer System*) fungsi kontrol immobilizer dilaksanakan oleh modul immobilizer atau ECU immobilizer yang terpisah, yang terhubung ke antena koil (*coil antenna*), PCM/ECM/ECU (modul kontrol engine) dan lampu keamanan (*security light*). Oleh Mazda, jenis ini telah digunakan sebagai sistem immobilizer pertama kalipada tahun 1995. Selama bertahun-tahun sistem ini telah dimodifikasi dan dikembangkan dengan fungsi yang semakin bervariasi. MIS saat ini dipakai oleh model mobil : Premacy (CP), MX-5 (NB), B-Series (UN) dan MPV (LW).

Gambar 9.2 MIS (*Mazda Immobilizer System*)

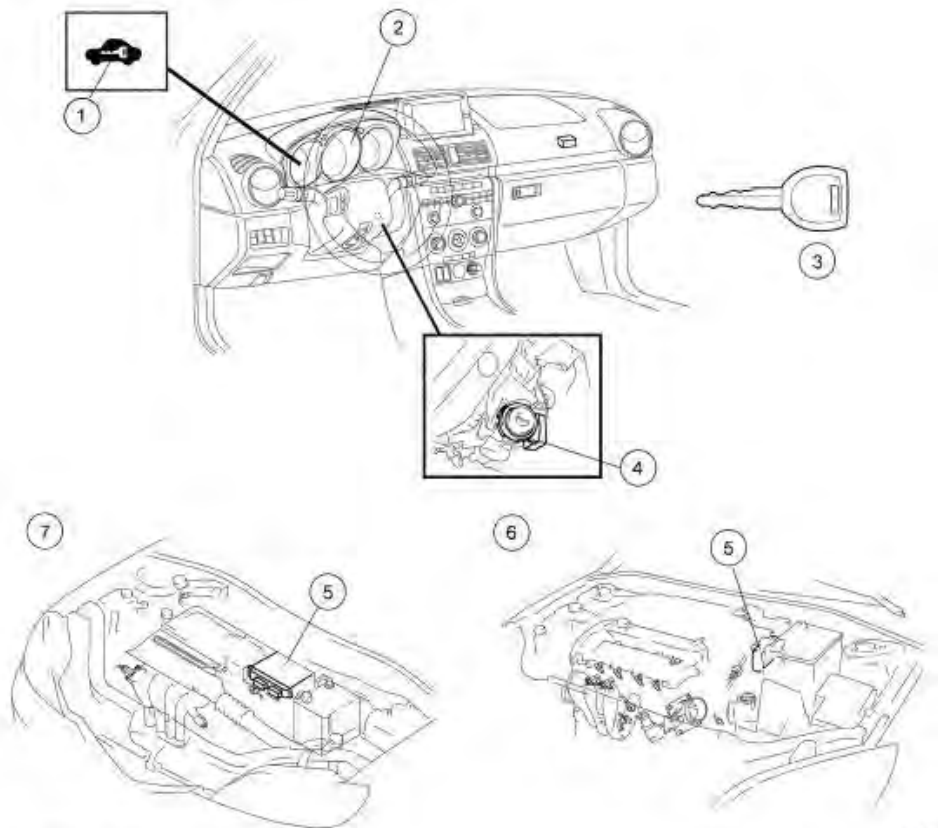
Sistem Passive Anti-Theft (PATS)

PATS (*Passive Anti-Theft System*) merupakan sistem immobilizer yang telah dikembangkan oleh Ford dan digunakan untuk pertama kalinya oleh Mazda pada tahun 1996 untuk model 121 (ZQ). Sementara itu PATS telah berjalan melalui beberapa tahapan pengembangan. Varian yang ada untuk saat ini yaitu :I-PATS (*Integrated PATS*) dan D-PATS (*Distributed PATS*).

I-PATS

I-PATS adalah sistem immobilizer yang terintegrasi, yaitu software dan hardware yang dibutuhkan untuk mengontrol PATS dimana digabungkan di dalam PCM (modul engine), yang terhubung ke antena koil dan lampu keamanan. Contoh model kendaraan yang menggunakan I-PATS saat ini adalah Mazda6 (GG/GY), Tribute (EP) dan lain-lain.

Gambar 9.3 I-PATS (*Integrated*-PATS)

D-PATS

D-PATS merupakan hasil dari tahapan pengembangan PATS terbaru. Dibandingkan dengan I-PATS, modul kontrol meminta kode dari modul tambahan melalui jalur CAN (*Controller Area Network*) dalam rangka meningkatkan perlindungan Passive Anti-Theft. Saat ini, D-PATS digunakan pada model : Mazda3 (BK), RX-8 (SE), Mazda2 (DY) dan lain-lain.

Gambar 9.4 D-PATS (*Distributed*-PATS)

Komponen

Komponen yang digunakan dalam dalam MIS (*Mazda Immobilizer System*) sebagai berikut :

- ✓ *Transponder key*
- ✓ *Coil antenna*
- ✓ *Security light*
- ✓ *PCM*
- ✓ *Immobilizer module*
- ✓ *IC (Instrument Cluster) / HEC (Hybrid Electronic Cluster)*

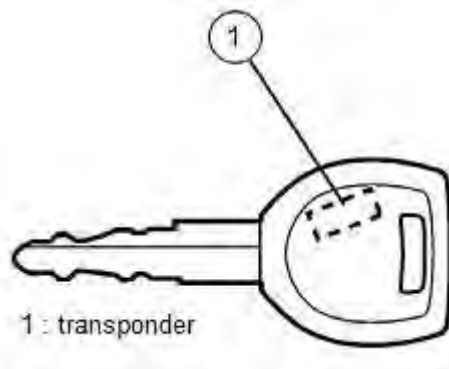
- ✓ *RKE (Remote Keyless Entry)*
- ✓ *DDS1 (Diesel-Diebstahl-Schutz) and DSM (Diesel Smart Modul)*

Komponen yang memerlukan prosedur pemrograman tertentu setelah penggantiannya yaitu :

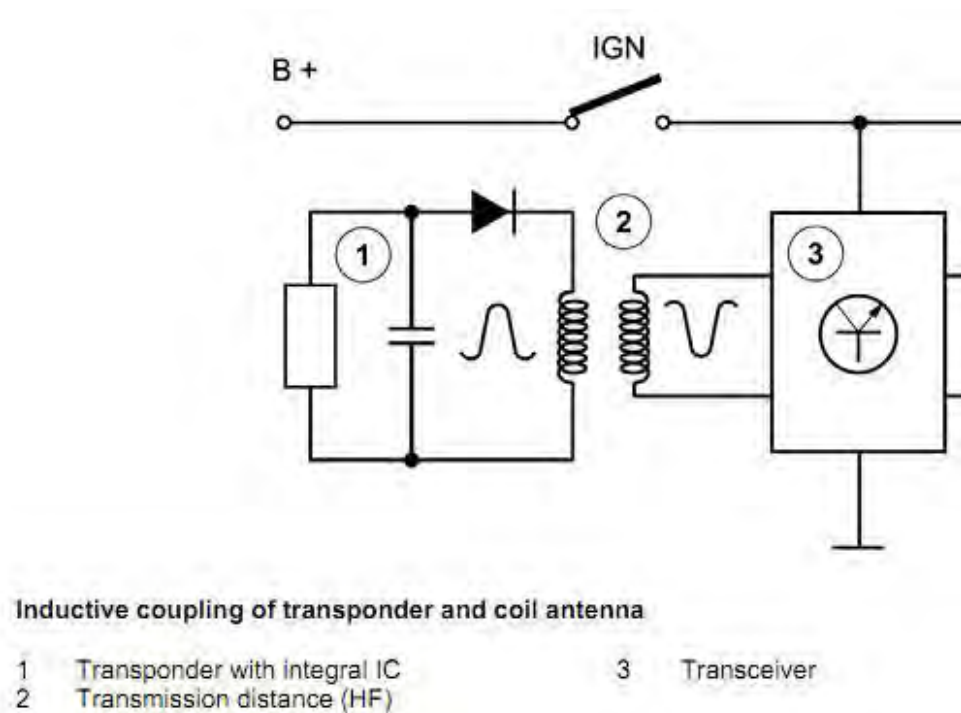
- ✓ *Transponder key*
- ✓ *Immobilizer module*
- ✓ *IC/HEC*
- ✓ *RKE*
- ✓ *PCM*
- ✓ *DDS1 and DSM*

Kita harus selalu mengikuti dengan seksama instruksi dari W/M (*Workshop Manual atau* BukuManual Service) dan WDS mengenai prosedur pemrograman masing-masing sebelum imulai mengganti komponen immobilizer. Jika hanya berfikir langsung mengganti komponen akan menyebabkan engine tidak bisa di-start yang dapat menimbulkan komplikasi yang tidak dapat diselesaikan dengan mudah.

Transponder Key

Transponders (terdiri dari kata **Trans**mitter / res**ponder**) termasuk dalam kelompok perangkat elektronik yang beroperasi sesuai dengan teknologi RF-ID (*Radio Frequency - Identification*). Dengan demikian sistem yang terdiri dari transponder dan unit pembaca yang diletakkan tanpa menyentuh dan saling berdekatan. Transponder ini didukung oleh kopling induktif sehingga tidak memerlukan baterai sebagai sumber tegangannya atau arusnya.

Gambar 9.5 Kunci transponder (*transponder key*)

Transponder key memiliki transponder yang terintegrasi secara elektronik di dalam pegangan plastik di mana ia dikemas di dalam kaca atau plastik. *Transponder key* terdiri dari :

- ✓ *Microchip* yang berisi nomer kunci ID yang unik. Karena mendapatkan sinyal permintaan yang terenkripsi dari modul kontrol immobilizer, chip akan mencocokkan kode dari nomer ID sebelum ditransfer. Hal ini untuk mencegah pembacaan (*scanning)* yang tidak sah dari kode nomer ID yang berbeda di setiap transfer data dan menggunakan beberapa juta kemungkinan peng-kode-an yang berbeda.
- ✓ Sebuah koil atau kumparan, yang mentransfer dan menerima semua sinyal data ke dan dari modul kontrol immobilizer melalui antena koil (*coil antenna*) atau *transceiver*.
- ✓ Kapasitor, sebagai sumber tegangan atau arus rangkaian elektronik dari transponder dan diisi dengan cara kopling induktif melalui antena koil (*coil antenna*) / *transceiver*.

Gambar 9.6 Wiring diagram *transponder key*

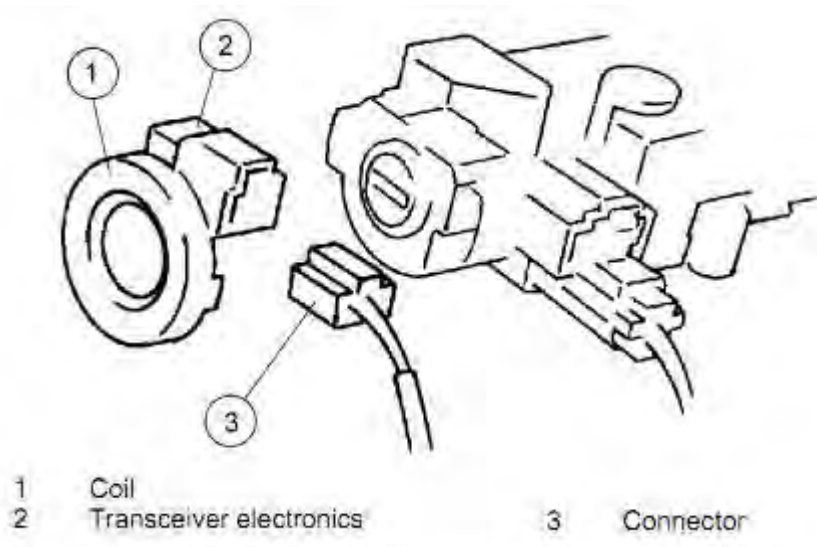
Setiap kunci transponder (*key transponder*) harus didaftarkan ke dalam sistem dengan menggunakan prosedur pemrograman tertentu. Prosedur pemrograman kunci (*key*) dijelaskan dalam bagian "Sistem Immobilizer" di bawah dan di masing-masing W/M (*Workshop Manual*).

Jenis kunci transponder (*transponder key*) bervariasi tergantung pada sistem immobilizer yang terpasang. Dalam kasus pemakaian kunci transponder (*transponder key*) yang baru

diperlukan pencocokan kode nomer ID dengan VIN (*Vehicle Identification Number*) dan EPC (*Electronic Parts Catalogue*). Penggunaan jenis yang tepat dari kunci transponder sebaikanya atas persetujuan produsen kendaraan terkait. Pemrograman kunci (*key programming*) adalah mustahil untuk dilaksanakan jika dilakukan oleh lainnya.

Antena koil (Coil Antenna)

Antena koil *(Coil Antenna)* memberikan sumber tegangan/arus ketransponder dengan kopling induktif dan untuk mentransmisikan atau menerima sinyal data antara modul kontrol immobilizer dan kunci transponder (*key transponder*) dengan frekuensi radio. Hal ini kadang-kadang juga disebut sebagai antena koil / transceiver.

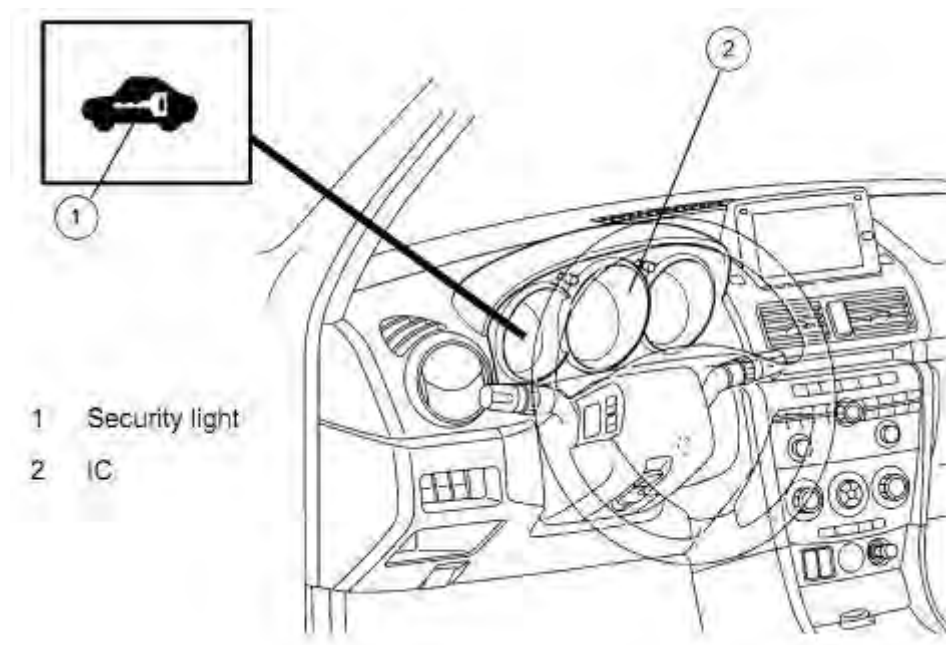
Antena koil (*Coil Antenna*) terdiri dari kumparan atau lilitan tembaga yang terkelupas dalam bentuk sepeti cincin dan rangkaian terpadu untuk menghasilkan tegangan AC dengan frekuensi tinggi untuk kopling induktif. Antena koil *(Coil Antenna)* dipasang di sekitar masuk ke silinder kunci mekanik dan terhubung dengan modul kontrol dari sistem immobilizer. Transceive mulai bekerja ketika kunci kontak diaktifkan ke posisi ON. Di MIS (*Mazda Immobilizer System*), dari tahun 2000 dan seterusnya, transceive sudah mulai bekerja ketika kunci telah dimasukkan ke dalam lubang kunci yaitu proses diawali oleh saklar pengingat kunci (*key reminder switch*).

Gambar 9.7 Antena koil (*coil antenna*)

Antena koil (*Coil Antenna*) merupakan komponen transmisi yang murni. Jika terjadi penggantian pada antena koil, tidak diperlukan proses pemrograman kunci (*key programming*) pada sistem immobilizer.

Lampu Keamanan (*Security Light*)

Lampu Keamanan (Security Light) digunakan untuk menunjukkan aktivasi sistem (hanya pada PATS) benar-benar terjadi malfungsi. Pengaktivasian sistem ditampilkan oleh lampu berkedip secara konstan, sedangkan bila terjadi malfungsi ditandai dengan pola berkedip tertentu atau lampu yang nyala terus-menerus. Beberapa kendaraan (contohnya Mazda) saat ini menggunakan sistem immobilizer yang memiliki lampu keamanan (*Security Light)* yang terletak di IC (*Instrument Cluster*) pada dashboard.

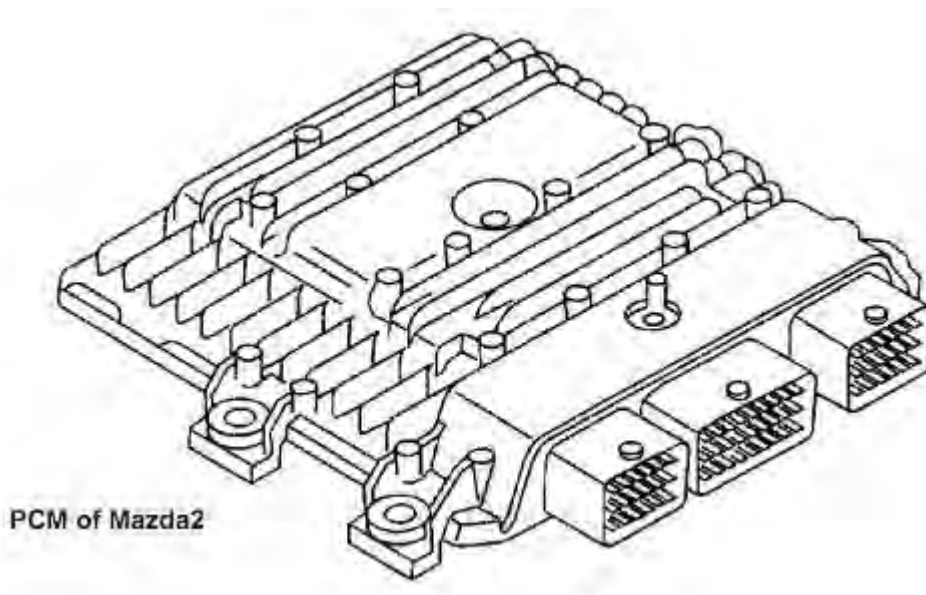
Lampu keamanan (*Security Light)* ini mendapatkan sumber tegangan/arus dari rangkaian pada IC (*Instrument Cluster*) pada dashboard dan dikontrol oleh modul kontrol immobilizer dengan memberikan sinyal GND (ground). Pada MIS (*Mazda Immobilizer System*), data kode dimasukkan dengan bantuan cahaya keamanan.

Lihat pada bagian "Sistem Immobilizer" dan masing-masing W/M (*Workshop Manual*) untuk informasi lebih lanjut tentang pola berkedip lampu keamanan (security light). Tergantung pada spesifikasi jenis kendaraan bahwa lampu keamanan (*security light*) mengindikasikan aktivasi fungsi ganda yaitu penguncian pintu secara elektronik (*power door lock*) dan / atau sistem pencegah pencurian. Namun, sistem ini tidak terkait dengan fungsi immobilizer.

Gambar 9.8 Lampu keamanan (*security light*)

Powertrain Control Module (PCM) / ECM / ECU

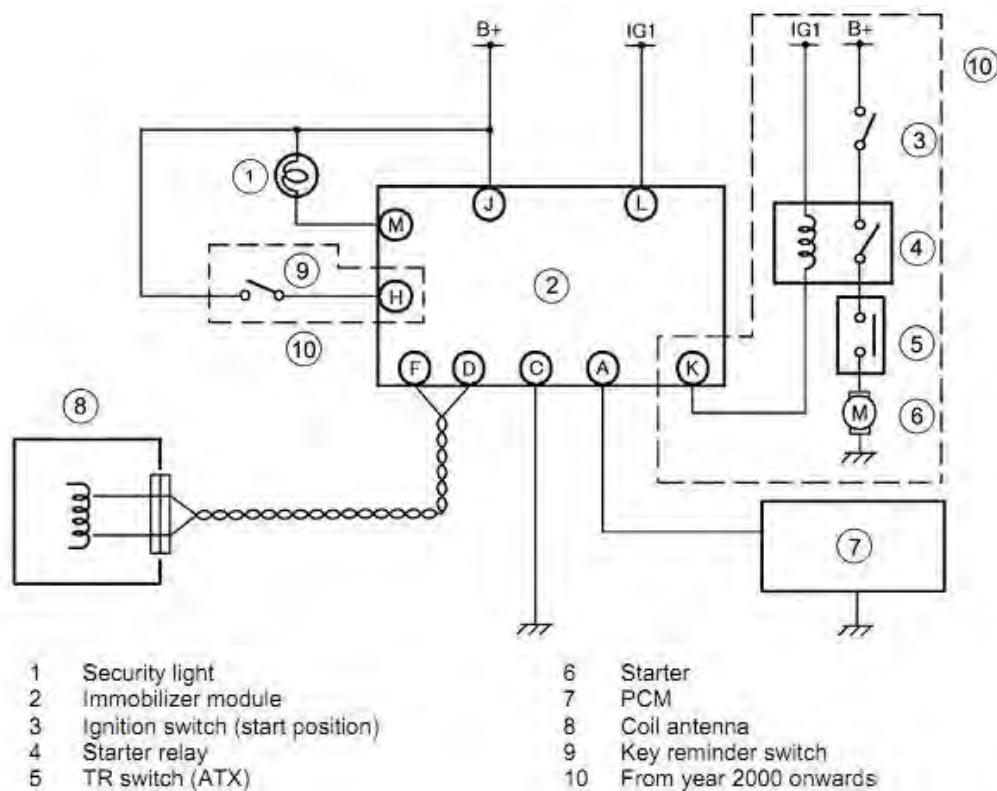
PCM umumnya terlibat dalam sistem immobilizer yang digunakan pada kendaraan. Pada mesin berbahan bakar bensin, sistem immobilizer mengontrol aktivasi injeksi bahan bakar, pengapian dan starter untuk menghidupkan engine dengan mengirimkan sinyal yang sesuai ke PCM. PCM pada mesin diesel saat ini mengaktifkan sistem starter, injektor dan juga tergantung pada komponen injeksi lainnya yang terpasang pada sistem misalnya katup saluran bahan bakar.

PCM dapat memiliki fungsi yang berbeda dalam sistem immobilizer, yaitu :

- ✓ Fungsi kontrol immobilizer terintegrasi dalam PCM, yang langsung terhubung ke antena koil / transceiver.
- ✓ Fungsi kontrol immobilizer terintegrasi dalam modul immobilizer terpisah sedangkan PCM bertugas sebagai komponen tambahan yang memverifikasi nomer ID-nomor dan data kode.
- ✓ Fungsi kontrol immobilizer terintegrasi dalam perangkat IC (*Instrument Cluster*) pada dashboard atau RKE (*Remote Keyless Entry*) dimana PCM beroperasi sebagai komponen tambahan untuk verifikasi demi meningkatkan perlindungan anti-maling.
- ✓ Fungsi kontrol immobilizer pada kendaraan tertentu semisal pada Mazda2 terintegrasi dalam PCM, sedangkan IC beroperasi sebagai komponen tambahan untuk verifikasi.

Gambar 9.9*Powertrain Modul* (PCM)

Modul Immobilizer

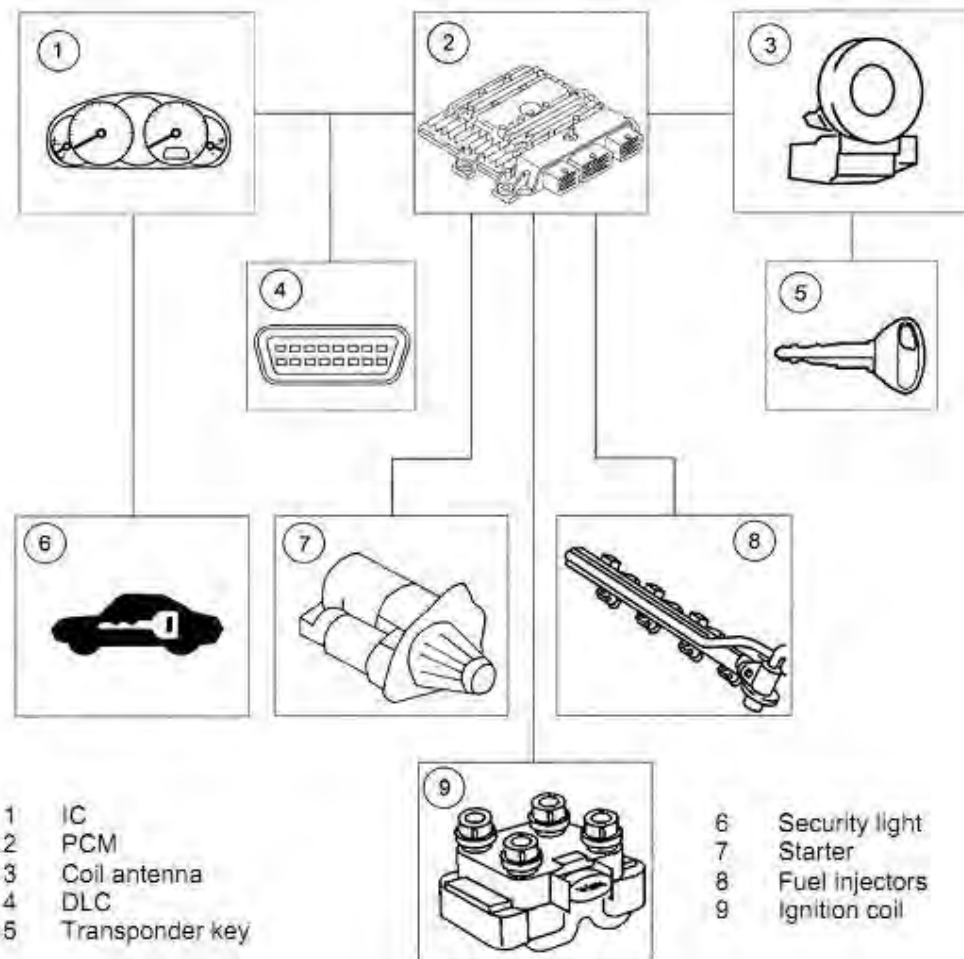
Modul immobilizer mengontrol fungsi dari sistem immobilizzer, misal pada MIS (*Mazda Immobilizer System*). Modul immobilizer terdiri dari papan sirkuit cetak (PCB/*Printed Circuit Board*) dengan chip memori yang melekat padanya. Modul ini merupakan unit tersegel yang tidak dapat diperbaiki. Modul immobilizer saat ini, misal pada MIS (*Mazda Immobilizer System*) modul ini terhubung dengan komponen tersebut di bawah :

- ✓ *Coil antenna / transceiver*
- ✓ *PCM*
- ✓ *Security light in the IC*
- ✓ *Key reminder switch*
- ✓ *Starter circuit*
- ✓ *Ignition switch, B+ and ground*

Gambar 9.10 Wiring Diagram MIS

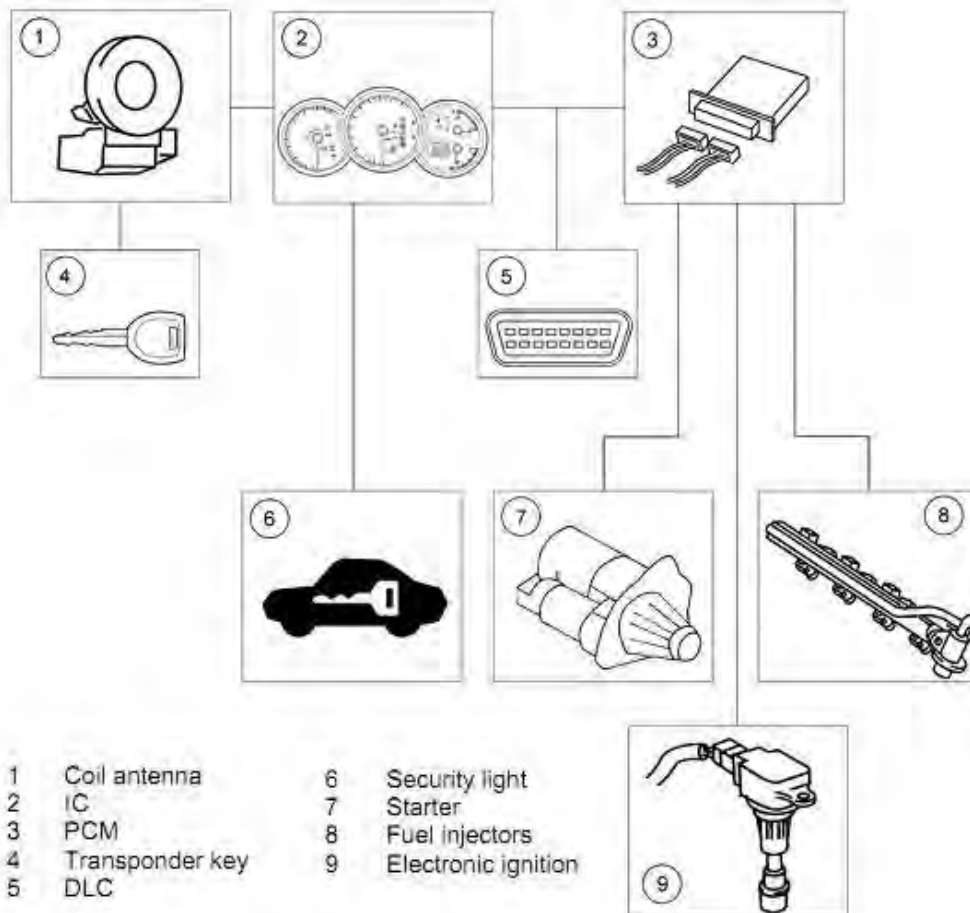
Tergantung pada generasi masing MIS (*Mazda Immobilizer System*), contoh pada MAZDA, modul immobilizer mempunyai fitur berbagai fungsi :

1. Generasi MIS yang pertama menggunakan modul immobilizer "Temic" (sejak tahun 1995) : Mesin dimatikan dua detik setelah di-start jika malfungsi telah terdeteksi selama verifikasi nomer ID dan / atau data kode.
2. Generasi MIS kedua menggunakan modul immobilizer "Lucas" atau "Mitsubishi" (sejak tahun 1997) : Bekerja mirip seperti generasi pertama, tetapi dalam kasus muncul malfungsi immobilizer saat mesin di-start diamankan setelah tiga kali mulai. Setelah itu mesin hanya memutar tapi belum hidup. Sejak tahun 1998 transfer enkripsi kode acak dari nomerID antara transponder dan modul immobilizer telah diadopsi untuk semua MIS.
3. Generasi MIS ketiga menggunakan modul "Lucas" atau "Mitsubishi" (sejak tahun 2000) : Bekerjanya mirip seperti generasi kedua tetapi di samping itu, secara umum mencegah mesin tidak bisa di-start ketika menggunakan kunci kontak yang tidak teregistrasi tau ketika malfungsi sistem telah terdeteksi. Selain itu, proses verifikasi sudah dimulai ketika kunci kontak sudah dimasukkan.

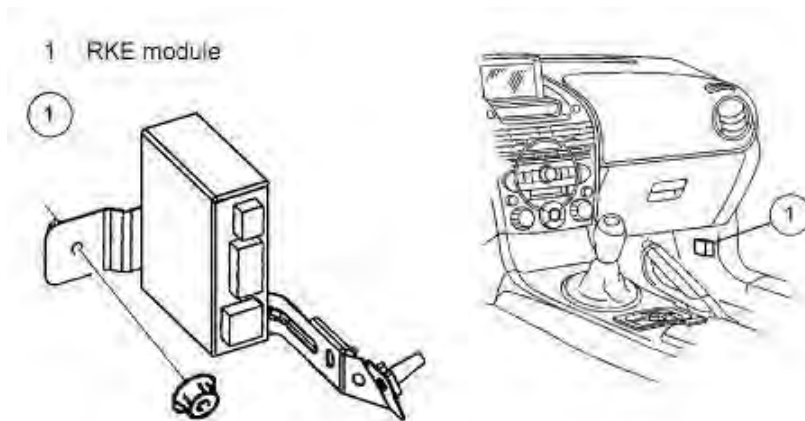
Instrument Cluster

Instrument Cluster (IC) digunakan untuk meningkatkan perlindungan anti-pencurian PATS, contoh pada Mazda2 (DY) dan Mazda3 (BK). Dimana *Instrument* Cluster (IC) sebagai komponen tambahan. *Instrument Cluster* (IC) terhubung ke PCM dan DLC (*Data Link Connector*) pada Mazda2, sedangkan pada Mazda3 *Instrument Cluster* (IC) terhubung ke PCM, DLC dan kumparan antena.

Gambar 9.11 PATCH pada MAZDA2 (DY)

Ada perbedaan fungsi *Instrument Cluster* (IC) pada masing-masing mobil, misalkan pada Mazda2 (DY) and Mazda3 (BK) mempunyai perbedaan sebagai berikut :

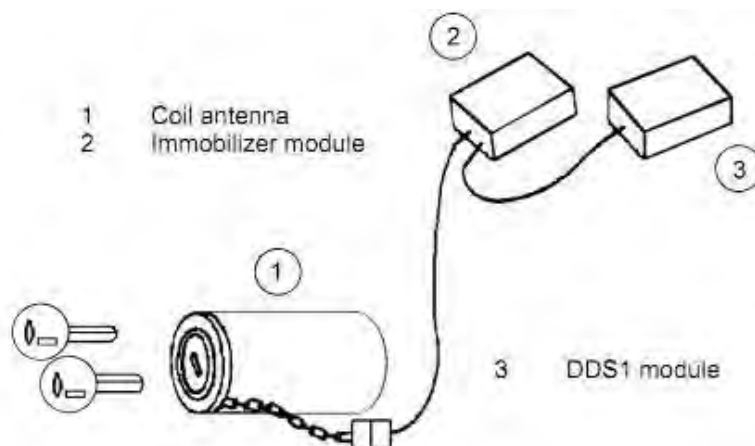
- ✓ Pada Mazda2, PCM mengontrol fungsi immobilizer dan memulai inisialisasi proses verifikasi nomer ID. Selain nomer ID dan kode tertentu dipertukarkan dengan *Instrument Cluster* (IC) melalui jalur CAN (*Control Area Network*) bus untuk meningkatkan perlindungan anti-maling.
- ✓ Pada Mazda3, *Instrument Cluster* (IC) mengontrol fungsi immobilizer dan menginisialisasi proses verifikasi nomer ID (*Identification Number*). Selain Nomer ID (ID (*Identification Number*)) dan kode tertentu dipertukarkan dengan PCM melalui CAN bus untuk meningkatkan perlindungan anti-pencurian.

Gambar 9.12 PATCH pada MAZDA3 (BK)

Modul Remote Keyless Entry (RKE)

Seperti IC (*Instrument Cluster)* pada Mazda3 (BK), modul RKE terdiri dari fungsi kontrol PATS dan fungsi lainnya untuk sistem kelistrikan bodi *(body electrical system)*. Modul RKE juga membandingkan nomer ID dan menyusun kode tertentu dengan PCM melalui CAN bus. Fungsi immobilizer dari modul RKE sama dari Mazda3 IC. Saat ini contoh kendaraan yang dilengkapi dengan modul RKE adalah Mazda RX-8 (SE).

Gambar 9.13 Lokasi modul *Remote Keyless Entry* (RKE)

Sistem keyless entry, yang juga dikendalikan oleh modul RKE, tidak terkait dengan fungsi immobilizer.

Modul DDS1

MIS untuk model diesel (contoh pada MAZDA) dilengkapi dengan pompa injeksi mekanis jenis distributor (B-2500 PBB, MPV LV) menggunakan modul DDS1 (istilah berasal dari bahasa Jerman "*Diesel-Diebstahl-Schutz*") untuk mengontrol katup bahan bakar yang tergantung pada sinyal tertentu yang diberikan dari modul immobilizer. Modul DDS1 melekat pada pompa injeksi dan mempunyai fungsi yang sama sebagai PCM dalam MIS (*Mazda Immobilizer System*) pada mesin bensin.

Gambar 9.14 Modul DDS1

Diesel Smart Module (DSM)

DSM (*Diesel Smart Module*) dipasang pada model 121 (ZQ) (contoh mada MAZDA) dengan mesin Endura DE, yang dilengkapi dengan pompa injeksi mekanis jenis distributor. PATS yang merupakan model yang memakai modul immobilizer yang terpisah seperti MIS (*Mazda*

Immobilizer System). The DSM juga merupakan bagian yang melekat pada pompa injeksi dan mengontrol valve bahan bakar tergantung pada sinyal tertentu yang diberikan dari unit immobilizer. Fungsi dan cara kerja DSM sama dengan pada DDS1.

DDS1 dan DSM tidak tersedia dalam suku cadang. Mereka perlu diganti bersamaan dengan pompa injeksi bahan bakar. Lihat masing-masing W/M untuk mendapatkan informasi lebih lanjut tentang sistem immobilizer model ini.

Sistem Immobilizer

Sistem immobilizer yang diperkenalkan dalam bagian atas pada dasarnya beroperasi sesuai dengan prinsip yang sama. Meskipun memerlukan prosedur yang berbeda untuk penggantian komponen dan diagnosis, tetapi ada beberapa fitur yang sama, yaitu :

- ✓ Semua sistem immobilizer membutuhkan setidaknya sejumlah dua kunci yang teregistrasi untuk pengoperasian sistem dan dapat meregistrasikan maksimal sejumlah delapan kunci. Pengecualian adalah PATS yang dipasang pertama kali pada 121 (ZQ sampai tahun 1998), yang membutuhkan minimal sejumlah tiga kunci dan bisa meregistrasikan maksimum 16 kunci.
- ✓ Setiap sistem memungkinkan pemrograman pada kunci tambahan saat dua kunci yang teregistrasi tersedia (pada PATS fungsi "*Spare Key Programming* untuk pelanggan" harus diaktifkan).

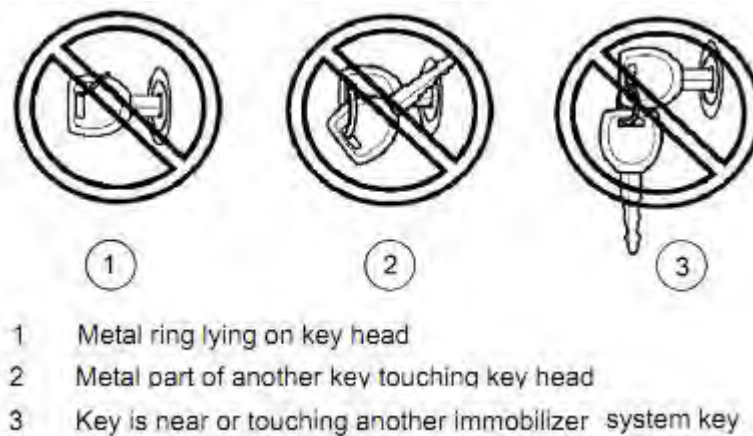
Dalam suatu kasus jika kunci kontak hilang atau dicuri, pelanggan harus menghubungi dealer atau bengkel yang berwenang untuk penghapusan kunci.

Sebelum memulai diagnosis atau perbaikan dari sistem immobilizer, harus selalu diperiksa apakah informasi mengenai kerusakan tersebut sudah ada, yang bisa dipakai sebagai patokan dan petunjuk untuk mempermudah perbaikan kerusakan.Untuk menghindari masalah yang terjadi selama penggantian komponen immobilizer, penting untuk memesan suku cadang yang diperlukan sesuai dengan VIN dan nomor seri modul immobilizer.

Hal-hal lainnya yang perlu diketahui sehubungan dengan sistem immobilizer

- Hal-hal yang harusnya dihindari yang berkaitan dengan kerusakan pada kunci :
    - ✓ Menjatuhkan kunci
    - ✓ Kunci terkena air
    - ✓ Paparan kunci untuk segala jenis medan magnet

- ✓ Paparan kunci pada suhu tinggi di tempat-tempat seperti panel instrumen atau kap mesin, di bawah sinar matahari langsung

- Malfungsi/kerusakan sistem dapat terjadi jika salah satu item berikut ini menyentuh atau dekat dengan kunci kontak, yaitu :
  - ✓ Setiap benda logam
  - ✓ Kunci cadangan atau kunci milik kendaraan lain yang dilengkapi dengan sistem immobilizer
  - ✓ Setiap perangkat elektronik, atau kartu kredit atau kartu lainnya yang dilengkapi dengan strip magnetik

Gambar 9.15 Hal-hal yang perlu diperhatikan pada sistem immobilizer

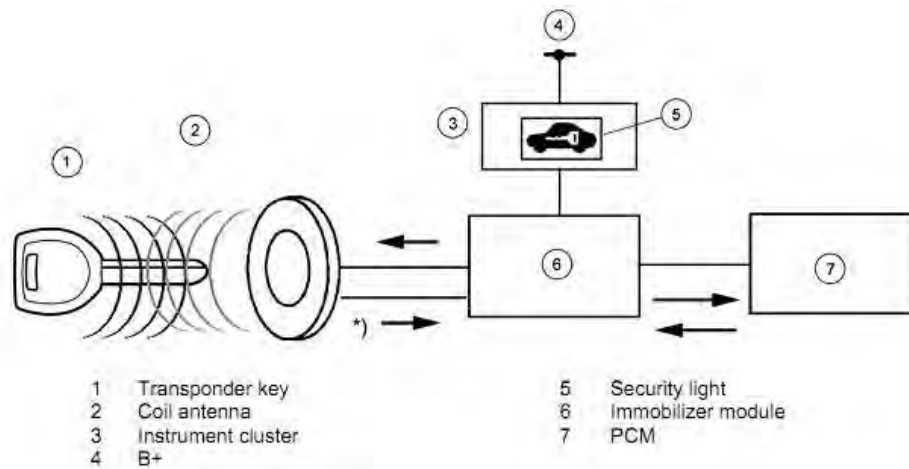
Mazda Immobilizer System

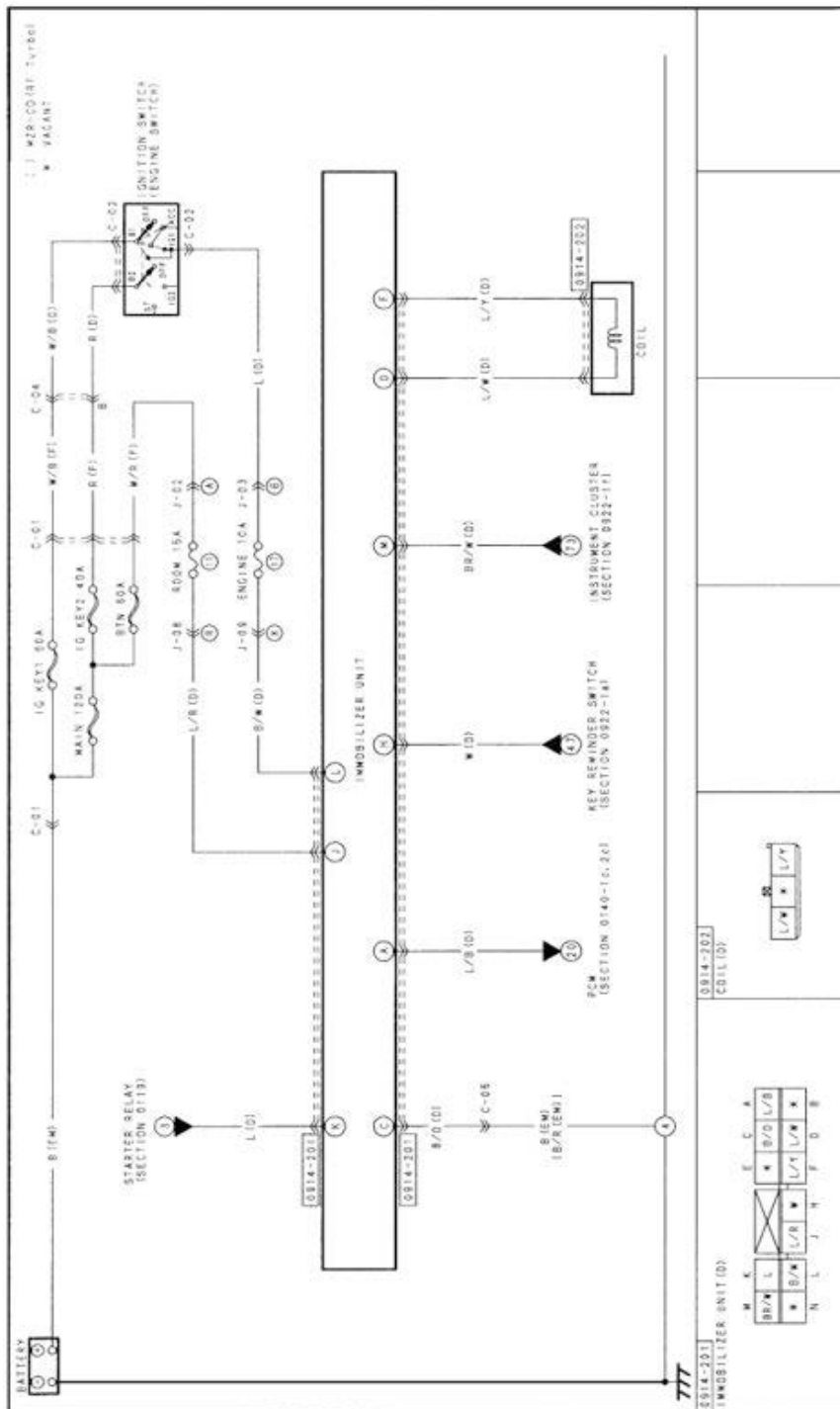
Desain dan Cara Kerja

MIS terdiri dari kunci transponder, antena koil (*coil antenna*), kunci saklar pengingat, modul immobilizer terpisah, PCM dan lampu keamanan (security *light*). Nomer ID dari kunci kontak disimpan dalam memori non-volatile di dalam modul immobilizer. Pada setiap awal beroperasi, modul membandingkan nomer ID dari *transponder key* kemudian yang disimpan dalam memori.

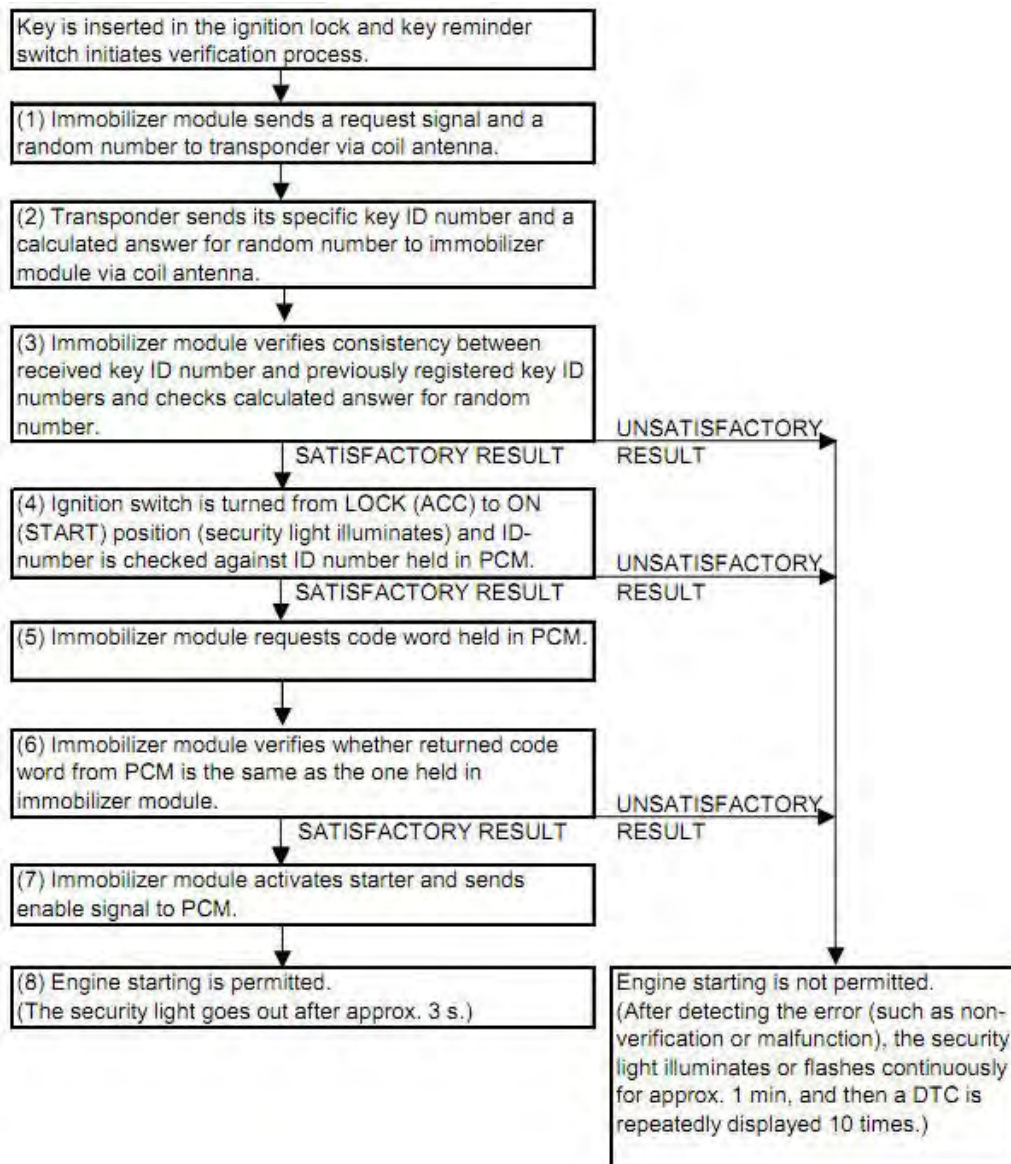
Jika verifikasi telah berhasil, modul immobilizer mengirimkan sinyal permintaan ke PCM untuk membandingkan nomer ID dari kunci dengan nomor yang teregistrasi di PCM. Setiap modul immobilizer memiliki data kode yang unik yang disimpan dalam PCM selama pemasangan. Setelah verifikasi nomer ID, modul immobilizer meminta data kode dari PCM.

Modul immobilizer mengontrol rangkaian pada sistem starter dan lampu keamanan (*security light*). Hal ini memungkinkan PCM untuk mengaktifkan injeksi bahan bakar dan pengapian

ketika proses verifikasi nomer ID dan data kode telah berhasil. Sinyal antara modul immobilizer dan PCM ditransmisikan melalui jalur *bi-directional.*

Gambar 9.16 Komponen MIS

*) Tanda panah pada gambar di atas menunjukkan aliran sinyal selama proses verifikasi nomer ID

Gambar 9.17 Wiring diagram MIS

Proses Verifikasi Nomer ID kunci kontak

Flowchart di bawah menunjukkan proses verifikasi nomer ID pada MIS saat ini (MPV LW).

Gambar 9.18 Flowchart verifikasi pada MIS

Fungsi dari servis MIS

Bila kita mengganti komponen MIS (*transponder key*, modul immobilizer, PCM) mengikuti prosedur rinci seperti yang ditunjukkan di masing-masing W/M. Pemilik kendaraan harus membawa semua kunci jika ada komponen yang diganti. Hal ini diperlukan karena setiap kunci yang teregistrasi sebelumnya nantinya akan terhapus jika tidak digunakan selama prosedur *key programming*.

Jika modul immobilizer atau PCM diganti, harus ada setidaknya satu kunci kontak yang valid. Jika tidak, modul immobilizer dan PCM harus diganti. Tidak ada modul immobilizer atau PCM dapat diubah dari satu kendaraan ke kendaraan yang lain. Jika modul immobilizer atau PCM digantikan oleh salah satu dari kendaraan lain, mesin tidak akan bisa di-start. Hal ini tidak memungkinkan untuk menggunakan modul immobilizer atau PCM yang telah diprogram ke kendaraan lain.

Modul immobilizer dan / atau PCM tidak harus diganti selama proses pemecahan masalah. Jika hal ini dilakukan, nomer ID dan data kode akan diprogram ke dalam modul baru sehingga menjadi tidak dapat digunakan untuk kendaraan lain, bahkan jika tidak ditemukan kerusakan pada modul yang lama. Pertukaran modul immobilizer selalu membutuhkan data kode yang perlu dimasukkan, sedangkan PCM bisa ditukar tanpa data kode selama masih ada dua kunci yang teregistrasi.

Tabel 9.1 Fungsi servis dari MIS

Item	No Valid Key	One Valid Key Exists	More Than One Valid Key Exists
Key Addition / replacement	Code word input	Code word input	Usel valid keys to program new keys.
Ignition Lock replacement	Code word input	Code word input	Code word not necessary. Follow procedure in the W/M using old keys and new keys.
Immobilizer module replacement	Replace both PCM and immobilizer module. Follow procedure for PCM and immobilizer replacement.	Code word input	Code word input
PCM replacement	Replace both PCM & immobilizer module. Follow procedure for PCM & immobilizer replacement.	Code word input	Follow procedure for PCM to learn valid keys.

***Key Programming* tanpa Data Kode**

Dua kunci diperlukan untuk memprogram 6 kunci tambahan, sesuai dengan prosedur berikut :

1. Masukkan kunci 1 ke tempat kunci kemudi untuk setidaknya 1 detik.
2. Tarik dan lepaskan kunci sekitar 1 cm dan masukkan kembali terus-menerus lima kali dengan tidak lebih dalam interval 1 detik. Proses selesai dan terverifikasi jika lampu keamanan (*security light*) menyala terus.
3. Tarik dan lepaskan kunci dari tempat kunci kemudi. Periksa apakah lampu keamanan (*security light*) padam.

4. Masukkan kunci ke-2 ke tempat kunci kemudi dan putarlah kunci ke posisi ON. Terverifikasi jika lampu keamanan cahaya menyala selama 1 sampai 2 detik.
5. Bila lampu keamanan telah padam, putarlah kunci ke posisi LOCK dan lepaskan kunci dari tempat kunci kemudi.
6. Masukkan kunci ke-3 ke tempat kunci kemudi dan putarlah ke posisi ON. Verifikasi bahwa lampu keamanan menyala selama 1 sampai 2 detik.
7. Bila lampu keamanan telah padam, putar kunci ke posisi LOCK dan lepaskan dari tempat kunci kemudi. Program semua kunci berikutnya sesuai dengan langkah 6 dan 7.
8. Tunggu selama 30 detik sebelum men-start kendaraan dengan semua kunci untuk memverifikasi kefungsiannya. Tunggu selama lebih dari 5 detik sebelum memasukkan kunci berikutnya.
9. Setelah pemrograman kunci (*key programming*) sukses dilakukan, periksa PCM untuk melihat DTC yang tersimpan.

Gambar 9.19 Kunci yang diprogram tanpa data kode

Setiap langkah seharusnya dilakukan 30 detik setelah langkah sebelumnya. Jika kunci tidak dapat teregistrasi meskipun sistem immobilizer beroperasi normal, mungkin ada kerusakan dengan *key reminder switch* atau wiring diagramnya.

***Key Programming* dengan Data Kode**

Pemrograman kunci tambahan memerlukan data kode yang akan dimasukkan jika hanya ada satu kunci yang teregistrasi. Dengan satu kunci, 7 kunci cadangan dapat diprogram, sesuai dengan prosedur sebagai berikut :

1. Masukkan kunci 1 ke tempat kunci kemudi lebih dari 2 detik
2. Tarik dan lepaskan kunci sekitar 1 cm dan masukkan kembali lima kali dengan tidak lebih dalam interval 1 detik. Proses akan terverifikasi jika lampu keamanan berkedip 300 ms ON dan 300 ms OFF.

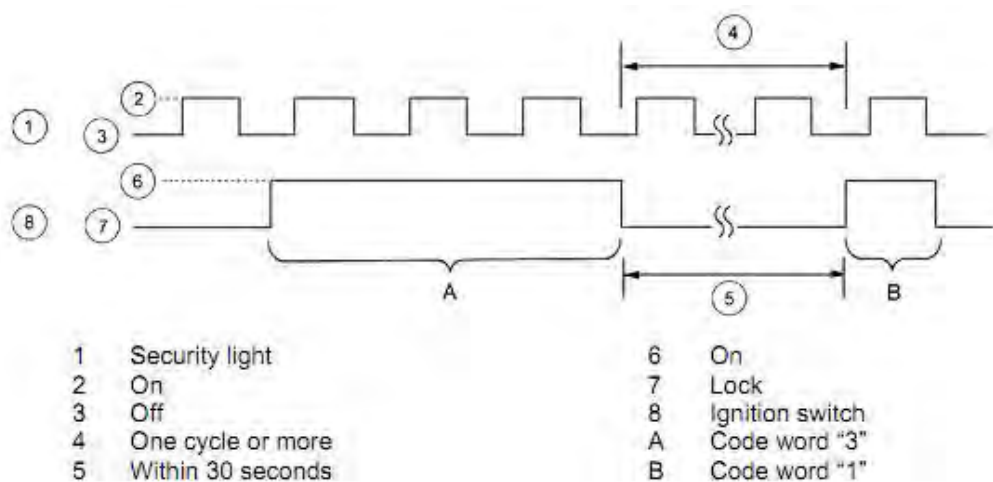
3. Tunggu selama 5 menit sampai frekuensi berkedip dari lampu keamanan menurun dengan interval 1.2 detik.
4. Masukkan data kode, (bagaimana caranya lihat halaman berikutnya).
5. Setelah terverifikasi bahwa lampu keamanan telah berubah dari berkedip menjadi nyala terus-menerus, putarlah kunci ke posisi ON.
6. Bila lampu keamanan telah padam, putarlah kunci ke posisi LOCK dan lepaskan dari tempat kunci kemudi.
7. Masukkan kunci ke-2 ke tempat kunci kemudi dan putar ke posisi ON. Verifikasi bahwa lampu keamanan menyala selama 1 - 2 detik. Setelah lampu keamanan padam, putarlah kunci ke posisi LOCK dan lepaskan kunci dari tempat kunci kemudi.
8. Masukkan kunci ke-3 ke tempat kunci kemudi dan putar ke posisi ON. Verifikasi bahwa lampu keamanan cahaya menyala selama 1 - 2 detik.
9. Setelah lampu keamanan padam, putar kunci ke posisi LOCK dan lepaskan dari tempat kunci kemudi. Program semua kunci berikutnya sesuai dengan langkah 8 dan 9.
10. Tunggu selama 30 detik sebelum men-start kendaraan untuk memverifikasi kefungsian dari kunci. Tunggu lebih dari 5 detik sebelum memasukkan kunci berikutnya.
11. Setelah proses pemrograman kunci (*key programming*) sukses dilakukan, periksa PCM untuk melihat DTC yang tersimpan

Gambar 9.20 Kunci yang diprogram dengan data kode

Prosedure memasukkan Data Kode

Sebuah data kode terdiri dari delapan digit angka 0-9. Produsen kendaraan telah memprogram angka yang unik ke dalam modul immobilizer. Setelah memilih mode untuk memasukkan data kode dengan kunci yang teregistrasi sesuai dengan prosedur yang dijelaskan pada halaman sebelumnya, tunggu selama 5 menit sampai lampu keamanan berkedip (frekuensi kedipan berubah dari 300 ms ON/OFF menjadi 1.2 detik ON/OFF).

Masukkan data kode sesuai dengan prosedur berikut seperti yang ditunjukkan pada contoh untuk data kode dengan digit "3" dan "1" :

1. Putar kunci kontak ke posisi ON saat lampu keamanan OFF dan hitung tiga siklus penyalaan. Ketika lampu keamanan OFF setelah pencahayaan ketiga, putarlah kunci ke posisi LOCK.
2. Tunggu setidaknya satu siklus penyalaan.
3. Kemudian putar kunci kontak ke posisi ON (dalam waktu 30 detik) saat lampu keamanan OFF dan hitung satu siklus penyalaan. Ketika lampu OFF setelah hitungan sekali pada siklus penyalaan, putar kunci ke posisi LOCK.
4. Ulangi langkah (2) untuk enam digit berikutnya.
5. Ketika data kode yang teregistrasi di PCM sudah benar, lampu keamanan berhenti berkedip dan menyala. Lanjutkan dengan langkah pemrograman seterusnya yang ada pada halaman sebelumnya.

Gambar 9.21 Memasukkan data kode dengan digit "3" dan "1"

Nomor "0" dalam data kode membutuhkan 10 siklus penyalaan. Jika nomer dari data kode yang dimasukkan salah, lampu keamanan padam pada akhir prosedur. Jika prosedur pemasukan yang dilakukan tidak sesuai, lampu keamanan langsung padam. Dalam kedua kasus tersebut, lepas dan masukkan kunci sebanyak lima kali sebagaimana ditetapkan sebelumnya dan ulangi prosedur masukan data kode.

Diagnosis

Sistem On-Board Diagnostic (OBD)

Fungsi sistem *On-Board Diagnostic* (OBD) pada MIS terdiri dari fungsi deteksi kerusakan dan fungsi diagnosis yang mulai beroperasi secara otomatis ketika kunci kontak diputar ke posisi ON. Sistem OBD memonitor fungsi dari komponen-komponen yang berbeda dan transfer sinyal antara komponen-komponen tersebut. Kerusakan yang terjadi saat ini direpresentasikan oleh lampu keamanan dan / atau disimpan dalam PCM (*Powertrain Control Modul*) sebagai DTC (*Data Trouble Code*). DTC pada sistem immobilizer akan terhapus dari memori yang berada pada modul immobilizer ketika kunci kontak diputar dari ON ke LOCK atau posisi ACC.

Sebaiknya selalu memulai pemecahan masalah dengan pemeriksaan kedua lampu keamanan dan memori DTC dalam PCM dengan WDS (*Diagnostic System Worldwide*) atau Scaner atau Scantool yang kompatibel dengan sistem immobilizer. Pada kenyataannya, tidak semua scantool yang kompatibel dengan sistem immobilizer untuk kendaraan tertentu. Beberapa DTC direpresentasikan dengan lampu keamanan sementara DTC lain hanya bisa dibaca dengan menggunakan WDS atau scantool. Selain itu ada kemungkinan bahwa lampu keamanan tidak benar menampilkan DTC lampu tersebut mengalami kerusakan. Oleh karena itu sangat dianjurkan untuk menggunakan WDS atau scantool untuk pemecahan masalah pada MIS dalam hal apapun.

Dibawah akan dijelaskan contoh pemakaian WDS atau scantool yang kompatibel. PCM mendeteksi malfungsi yang berhubungan dengan verifikasi nomer ID / data kode atau komunikasi antara modul immobilizer dan PCM. Malfungsi dapat diambil oleh WDS dalam lima digit DTC. Untuk menampilkan DTC dengan WDS ikuti prosedur berikut ini :

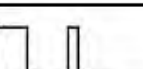
1. Sambungkan WDS/Scantool ke DLC (*Data Link Connector*)
2. Putar kunci kontak pada posisi START
3. Pilih " Self Test > Modules > PCM" untuk mengambil semua DTC disimpan oleh PCM.
4. Lakukan perbaikan atau lanjutkan diagnosis setelah didapatkan DTC sesuai petunjuk di W/M.

Tabel 9.2 Kutipan dari lima digit DTC pada sistem MIS

DTC	Description
P1602	Immobilizer unit-PCM communication error
P1603	Key ID numbers are not registered in PCM
P1624	Immobilizer system communication counter = 0

DTC P1624 selalu terjadi ketika PCM mendeteksi kerusakan lebih dari tiga kali selama start. DTC secara otomatis terhapus ketika sudah tidak ada malfungsi lagi.

Lampu keamanan (Security Light)

Lampu keamanan MIS dikendalikan oleh modul immobilizer sebagai berikut :

- ✓ Aktivasi pada sistem immobilizer tidak ditampilkan oleh cahaya keamanan.
- ✓ Fungsi immobilizer akan dinonaktifkan bila lampu keamanan padam sekitar 2 detik setelah engine start.
- ✓ Jika fungsi immobilizer tidak dinonaktifkan (kerusakan terdeteksi oleh fungsi OBD), lampu keamanan berkedip merepresentasikan DTC dalam waktu dua menit.

Lampu keamanan merepresentasikan malfungsi yang terjadi dengan berkedip sesuai kode sebanyak dua digit. DTC yang ada mengindikasikan malfungsi dari verifikasi nomer ID antara kunci transponder (*key transponder*) dan modul immobilizer dan juga malfungsi komunikasi antara PCM dan modul immobilizer.

Untuk menampilkan DTC dengan lampu keamanan dengan melakukan prosedur di bawah :

1. Putar kunci kontak ke posisi START selama 2 detik, lalu kembali ke posisi ON.
2. Tunggu selama 2 menit
3. Verifikasi kondisi lampu keamanan (*security light*) dan jika muncul yang diindikasikan sebagai DTC, lihat ke tabel DTC dan cari pemecahan masalah yang ada pada W/M (*Workshop Manual*).

Tabel 9.3 Kutipan DTC pada MPV (LW 2003)

DTC	Output pattern	Description	Page
1		ID number unregistered in immobilizer unit is input after ignition switch is turned to ON position or engine cranking.	(See T–87 DTC 01)
2		ID number format error (voltage range, frequency)	(See T–87 DTC 02)
3		ID number is not input into immobilizer unit after ignition switch is turned to ON position or cranking engine.	(See T–87 DTC 03)
11		Coil or wiring harness between immobilizer unit and coil is open circuit.	(See T–88 DTC 11)

Jika sistem immobilizer memiliki kerusakan yang kadangkala muncul, periksa masing-masing konektor dan yakinkan memiliki kontak yang bersih dan baik, periksa kabel untuk setiap rangkaian yang terputus atau terjadi *short circuit*.

Ketika mesin tidak bisa di-start atau start tetapi berhenti setelahnya, dan tidak ada DTC yang direpresentasikan oleh lampu keamanan (*security light*) maupun WDS, kerusakan tersebut kemungkinan besar tidak berhubungan dengan sistem immobilizer. Sehingga ada kemungkinan diperlukan diagnosis lebih lanjut yang dijelaskan pada bagian berikutnya.

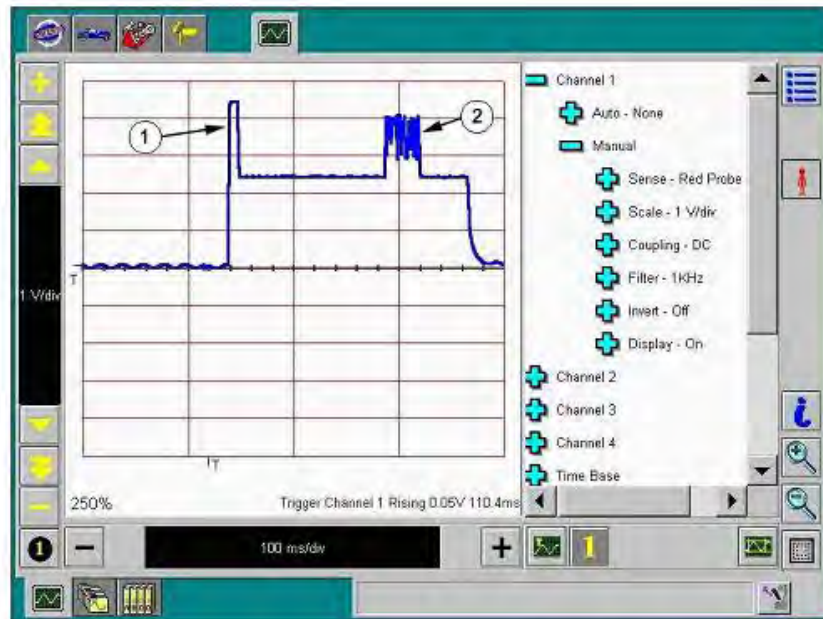
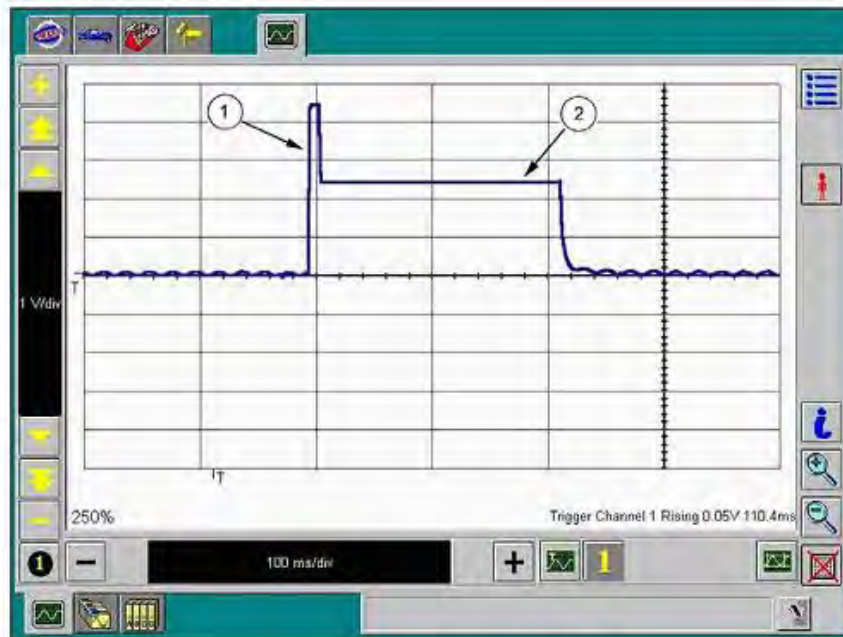
Tips tambahan yang berkaitan dengan troubleshooting
Jika kerusakan dari MIS tidak dapat dengan mudah diidentifikasi oleh pemeriksaan lampu keamanan atau WDS, bisa dilanjutkan dengan cara sebagai berikut :

1. Pertama, cek sumber tegangan/arus (*power supply*) dan koneksi ground dari semua komponen immobilizer.
2. Jika hal tersebut tidak ada masalah, masukkan kunci transponder (*key transponder*) lima kali dan amati lampu keamanan. Berikut adalah hasil yang mungkin muncul :
   - ✓ Lampu keamanan menyala terus : Nomer ID dari kunci adalah sesuai dan kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh PCM, modul immobilizer atau kabel antara mereka.
   - ✓ Lampu keamanan berkedip terus-menerus : nomer ID tidak teregistrasi dan harus diprogram ulang (*key programming*).
   - ✓ Lampu keamanan tidak menyala, disebabkan oleh malfungsi satu atau lebih dari komponen-komponen berikut : rangkaian kontrol pada lampu keamanan (*security light*), *key transponder, coil antenna,* modul immpbilizer dan wiring antara *coil antenna* dengan modul immobilizer

Hal ini seharusnya ditest dengan semua kunci kendaraan yang dipunyai.

Troubleshooting dengan Osiloskop
Jika prosedur yang dijelaskan pada halaman sebelumnya tidak membantu dalam mengidentifikasi kerusakan, memeriksa sinyal dari sistem immobilizer dengan osiloskop, misalnya dengan menggunakan osiloskop bawaan WDS atau scantool lainnya, dan membandingkannya dengan sinyal yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Sinyal Transponder

Sinyal yang baik dari kunci yang cocok diukur pada terminal "F" dari modul immobilizer tampak seperti gambar di bawah. Sinyal ini direkam dengan pengaturan osiloskop yang tampak di layar. Sinyal hanya akan ditampilkan seperti yang ditunjukkan gambar ketika filter noise diatur ke 1 kHz.

Gambar 9.22 Sinyal transponder yang valid

Gambar 9.23 Sinyal transponder yang tidak valid

Gambar 9.24 Sinyal yang valid pada verifikasi nomer ID

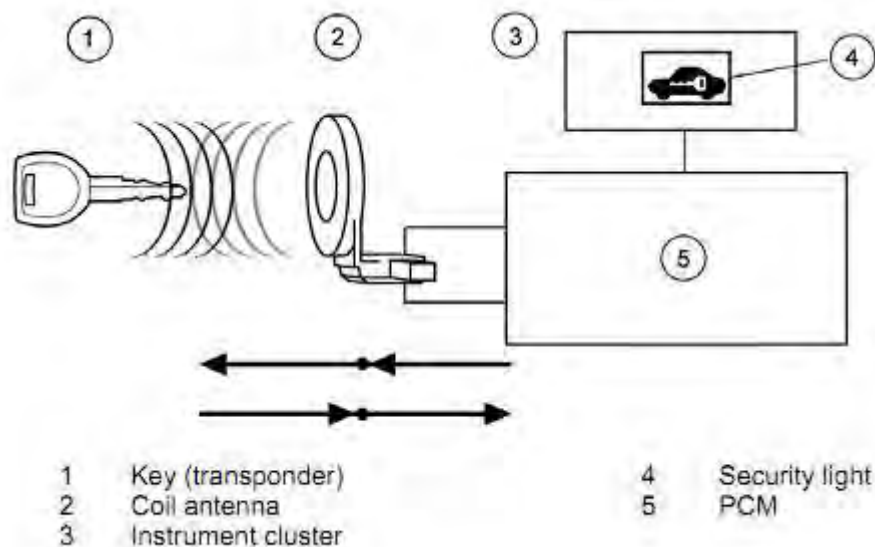
Gambar di atas menunjukkan sinyal yang baik diukur pada terminal "A" dari modul immobilizer selama proses verifikasi nomer ID dari kunci.

PATS

Desain dan Cara Kerja

Integrated PATS (I-PATS)

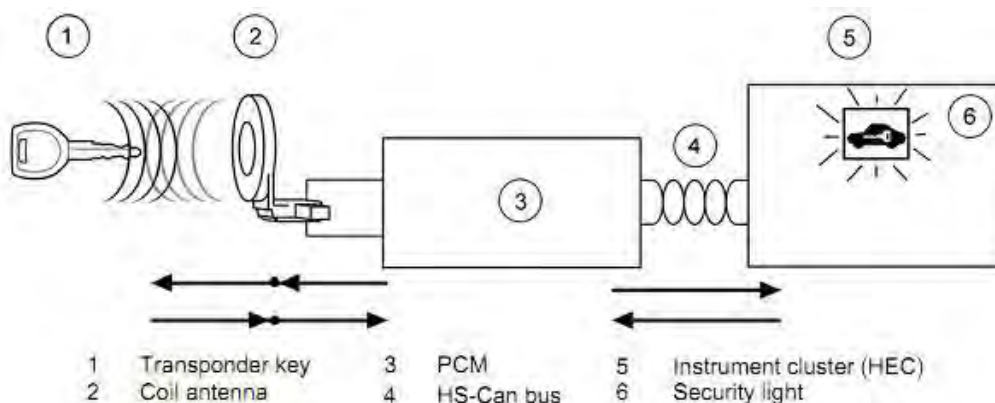
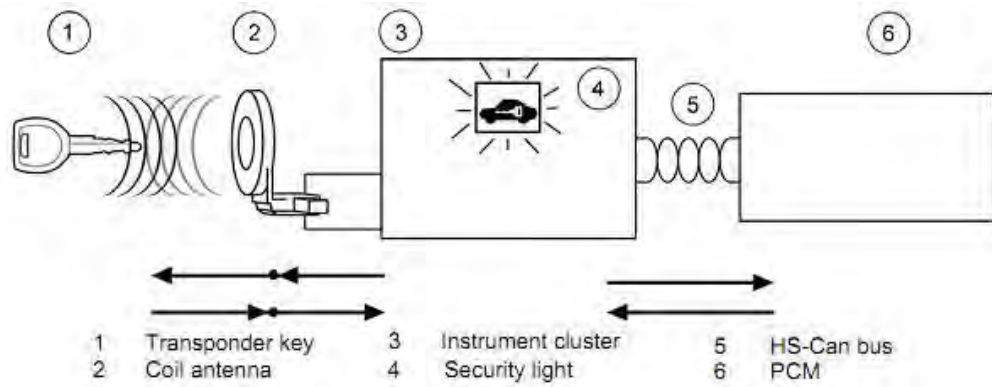
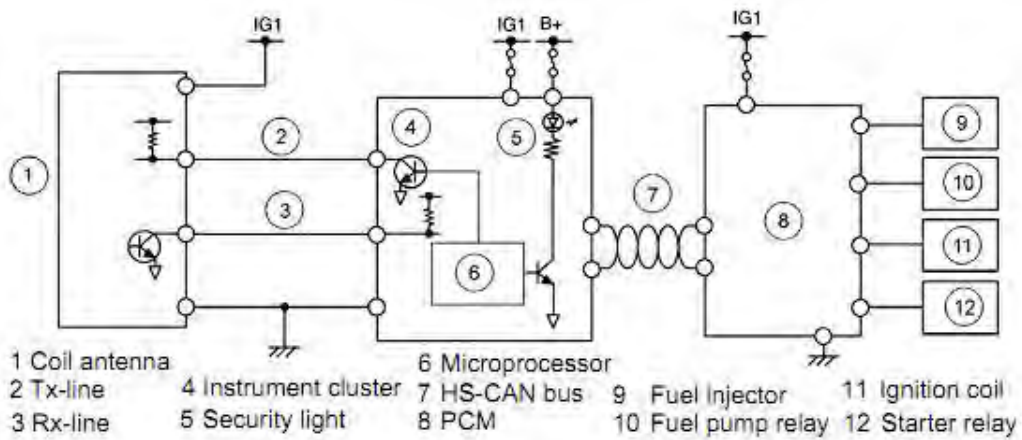
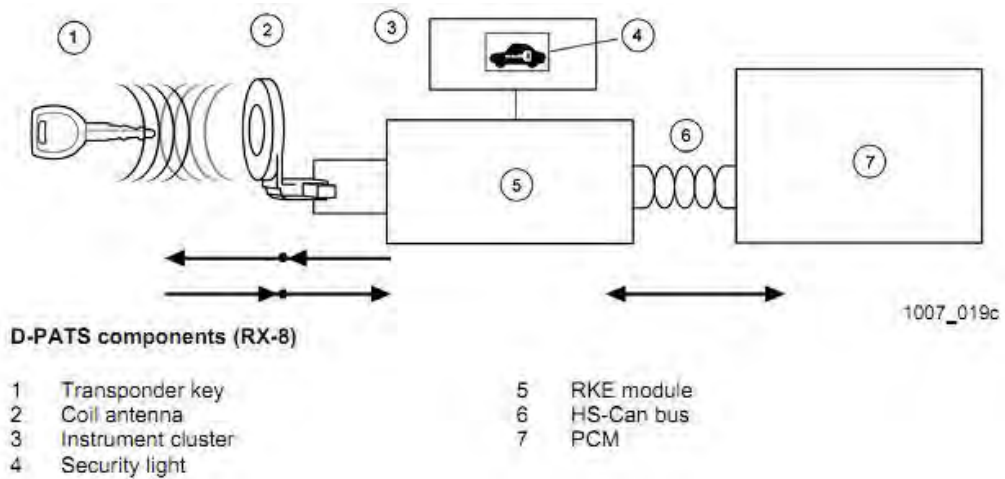
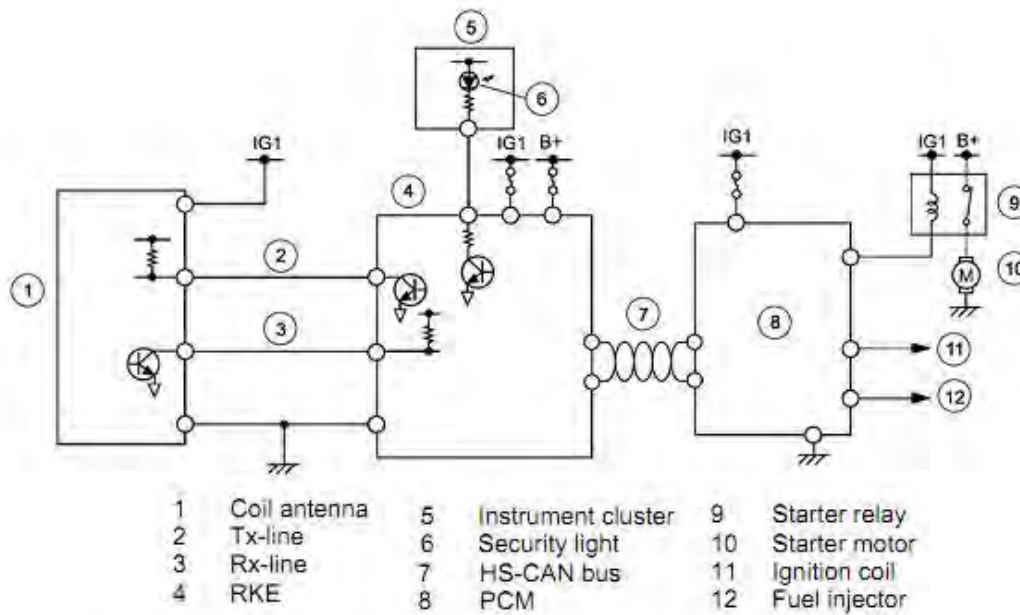
Sistem ini terdiri dari kunci transponder (*key transponder*), antena koil (*coil antenna*), PCM dan lampu keamanan. Kuncinya berisi transponder kripto dengan kode yang berubah secara otomatis. Nomer ID kunci disimpan dalam memori non-volatile di dalam PCM. Setiap awal modul beroperasi dengan membandingkan nomer ID pada kunci yang digunakan yang telah disimpan sebelumnya. PCM mengaktifkan sistem starter, pengapian dan injeksi bahan bakar jika proses verifikasi ID berhasil dilaksanakan.

Contoh sistem I-PATS yang digunakan di MAZDA Tribute dilengkapi dengan fungsi anti scan. Setelah penggunaan kunci yang tidak valid upaya berikutnya awal berikutnya dengan kunci yang valid dicegah selama 20 detik.

Gambar 9.25 Komponen I-PATS

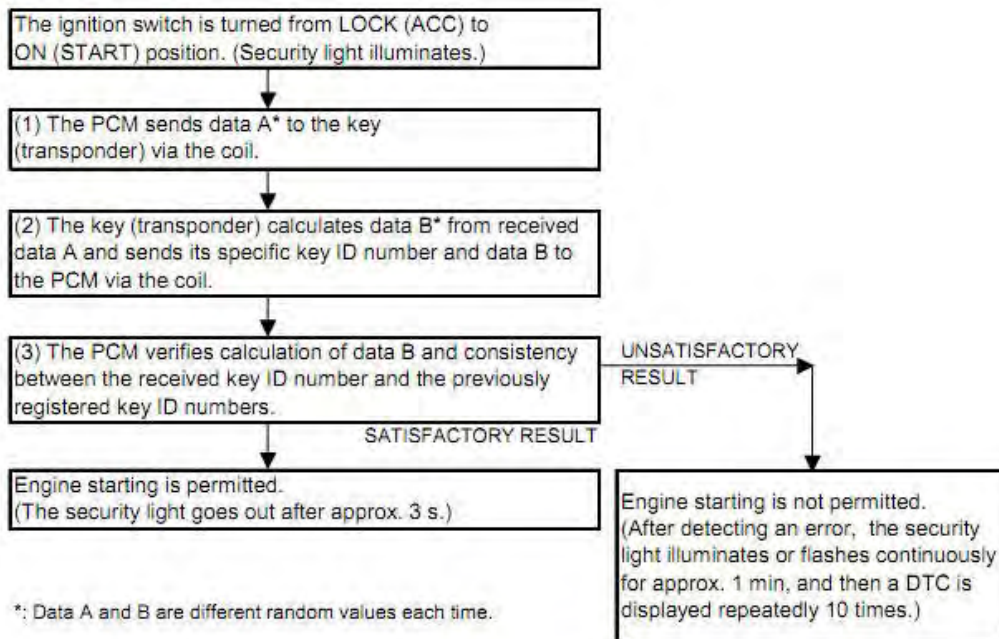
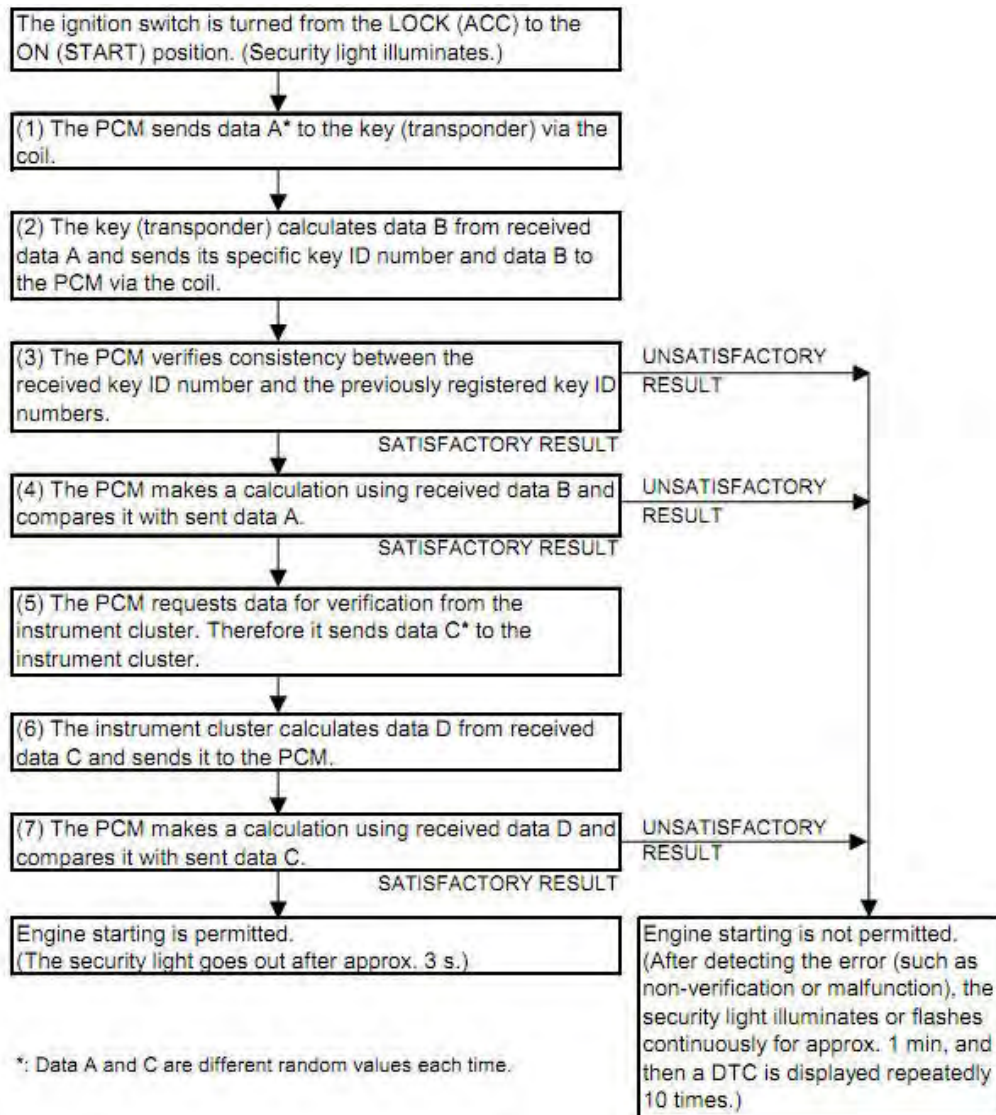
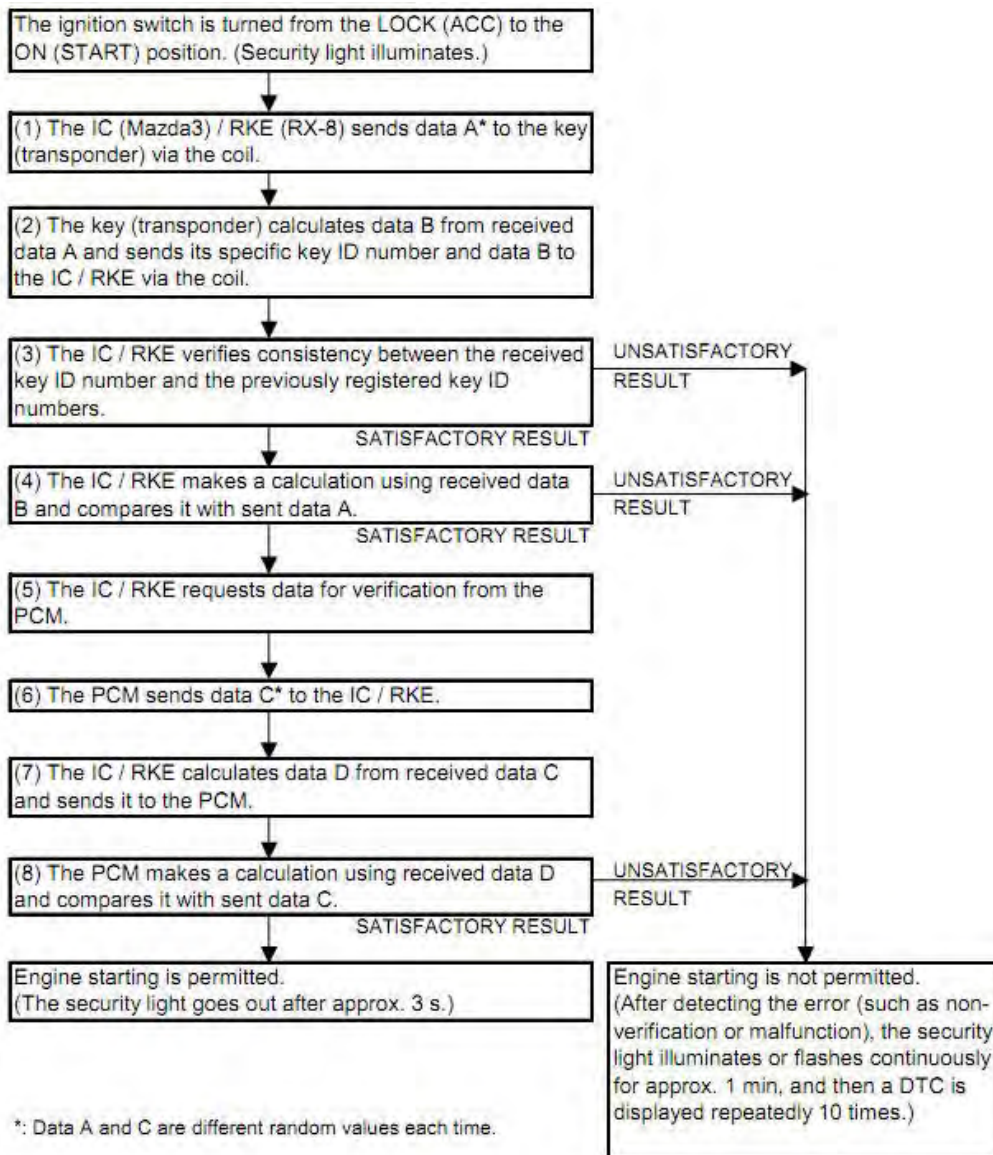
Gambar 9.26 Wiring diagram *coil abtenna* I-PATS

Distributed PATS (D-PATS)

Fungsi dari PATS tergabung dalam modul kontrol dan telah didistribusikan ke 2 komponen untuk meningkatkan perlindungan anti-maling. Akibatnya, komponen tambahan, yang tidak dapat dihapus dengan mudah, diperlukan untuk mengaktifkan agar mesin bisa di-start. Setelah selesai komunikasi PATS antara transponder, antena koil dan PCM, modul kontrol juga meminta kode dari modul tambahan melalui HS - CAN bus. Semua permintaan kode harus berhasil diselesaikan sebelum modul kontrol mengirimkan sinyal ke PCM agar mesin bisa di-start. D-PATS terdiri dari kunci transponder (*key transponder*), antena koil (*coil antenna*), IC (*Instrument Cluster*) atau RKE (*Remote Keyless Entry*), PCM dan lampu keamanan. Kunci berisi transponder kripto yang secara otomatis bisa mengubah kode.

Contoh penggunaan D-PATS pada Mazda2 (DY) menggunakan PCM untuk mengontrol fungsi immobilizer dan IC (*Instrument Cluster*) sebagai komponen tambahan untuk memverifikasi kode yang valid. D-PATS pada Mazda3 (BK) menggunakan IC untuk mengontrol fungsi immobilizer dan PCM sebagai komponen tambahan untuk memverifikasi kode validasi. Pada Mazda2 dan Mazda3 IC (*Instrument Cluster*) kadang-kadang juga disebut sebagai HEC (*Hybrid Electronic Cluster*). D-PATS pada RX-8 (SE) menggunakan modul RKE untuk mengontrol fungsi immobilizer dan PCM sebagai komponen tambahan untuk memverifikasi kode yang valid.

Gambar 9.27 Komponen D-PATS pada Mazda2

Gambar 9.28 Komponen D-PATS pada Mazda3

Gambar 9.29 Rangkaian D-PATS pada Mazda3

Gambar 9.30 Komponen D-PATS pada RX-8

Gambar 9.31 Rangkaian D-PATS pada Mazda RX8

Proses Verifikasi Nomer ID Kunci

Flowchart atau diagram alir berikut ini menunjukkan proses verifikasi nomer ID pada berbagai PATS.

Gambar 9.32 Flowchart verifikasi nomer ID pada I-PATS

Gambar 9.33 Flowchart verifikasi nomer ID pada D-PATS (Mazda2)

Gambar 9.34 Flowchart verifikasi nomer ID pada D-PATS (Mazda3 and RX-8)

Fungsi servis PATS

Penggantian komponen PATS sebaiknya mengikuti prosedur seperti yang dijelaskan secara rinci dalam masing-masing W/M. Pemilik kendaraan seharusnya membawa semua kunci. Hal ini penting karena mungkin diperlukan untuk memprogram semua nomer ID pada kunci selama penggantian komponen PATS.

Prosedur akses keamanan dengan WDS atau scantool digunakan untuk mendapatkan akses keamanan PATS untuk memprogram kunci kontak cadangan, untuk menghapus kunci

kontak, untuk mengaktifkan/menonaktifkan pemrograman kunci cadangan atau untuk melakukan reset parameter tertentu.

Jika mesin di-start selama prosedur registrasi kunci, mode registrasi kunci akan dibatalkan. Oleh karena itu, jangan menghidupkan mesin sampai prosedur registrasi kunci untuk semua kunci yang diperlukan sudah selesai.

Tabel 9.4 Tabel Fungsi Servis I-PATS

Item	Procedure
Key addition	The key ID-number of the key to be added must be registered in the PCM. Key ID number registration can be performed according to the following methods: • Using two already registered keys ("Customer Spare Key Programming" must be enabled). • Using WDS: Security access > "Additional Key Programming".
Key deletion / replacement	Registered key ID-numbers can be deleted from the PCM using the following methods: • Using two already registered keys ("Customer Spare Key Programming" must be enabled). All key ID-numbers are cleared except those of the two keys used. • Using WDS: Security Access > "Ignition Key Code Erase". All key ID-numbers are cleared. Two keys have to be registered to start the engine.
PCM replacement	Key ID-numbers for all keys that were being used must be registered in the new PCM. • New PCM - Two keys have to be registered to start the engine. • Used PCM - Using WDS: Security Access > "Ignition Key Code Erase". Two keys have to be registered to start the engine.

Tabel 9.5 Fungsi Servis D-PATS (Mazda2)

Item	Procedure
Key addition	The key ID-number of the key to be added must be registered in the PCM. Key ID number registration can be performed according to the following methods: • Using two already registered keys ("Customer Spare Key Programming" must be enabled). • Using WDS: Security access > "Additional Key Programming".
Key deletion / replacement	Registered key ID-numbers can be deleted from the PCM using the following methods: • Using two already registered keys ("Customer Spare Key Programming" must be enabled). All key ID-numbers are cleared except those of the two keys used. • Using WDS: Security Access > "Ignition Key Code Erase". All key ID numbers are cleared. Two keys have to be registered to start the engine.
PCM replacement	Key ID numbers for all keys being used must be re-registered. Two or more keys have to be registered to start the engine. •Using WDS: Security Access > "Parameter Reset" and "Ignition Key Code Erase" must be performed. •All keys should be available
Instrument cluster replacement	Key ID numbers for all keys being used need not to be re-registered. They are stored in the PCM and are automatically transmitted to the new IC. • Security Access > "Parameter Reset" must be performed with WDS.

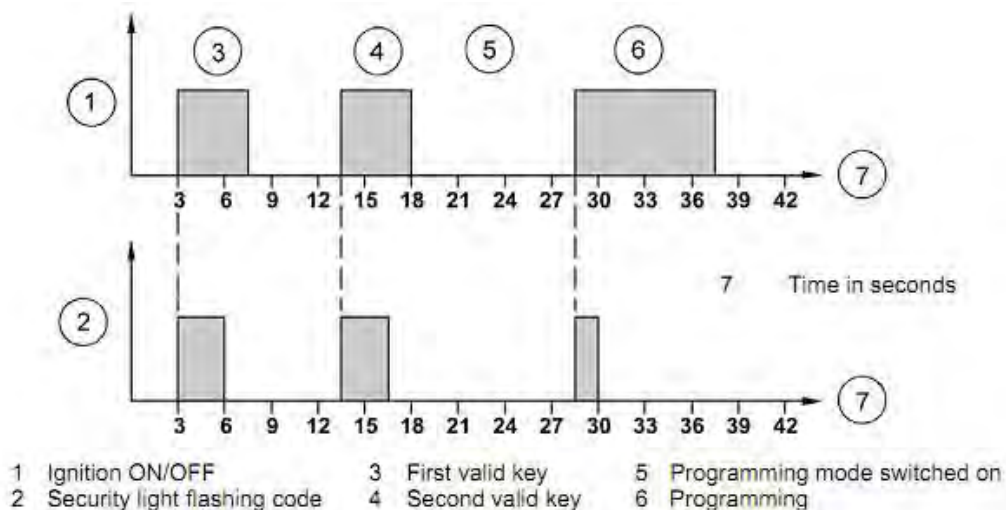
Tabel 9.6 Fungsi Servis D-PATS (Mazda3 / RX-8)

Item	Procedure
Key addition	Key ID number of the key to be added must be registered in the IC or RKE. Key ID number registration can be performed according to the following methods: • Using two already registered keys ("Customer Spare Key Programming" must be enabled). • Using WDS: Security access > "Additional Key Programming"
Key deletion / replacement	All key ID numbers are cleared. Two keys have to be registered to start the engine. • Using WDS: Security Access > "Ignition Key Code Erase" must be performed.
PCM replacement	The key ID numbers of all keys being used need not to be re-registered. They are stored in the IC or RKE and automatically transmitted to the new PCM. • Using WDS: Security access > "Parameter Reset" must be performed.
IC or RKE replacement	The key ID numbers of all keys being used must be re-registered. Two keys must be registered at least to enable engine start. • Using WDS: Security access > "Parameter Reset" and "Ignition Key Code Erase" must be performed. • All keys should be available.

Key Programming tanpa WDS atau scantool

Pada semua kunci cadangan PATS dapat diprogram dengan dua atau lebih kunci yang sah sesuai dengan prosedur berikut :

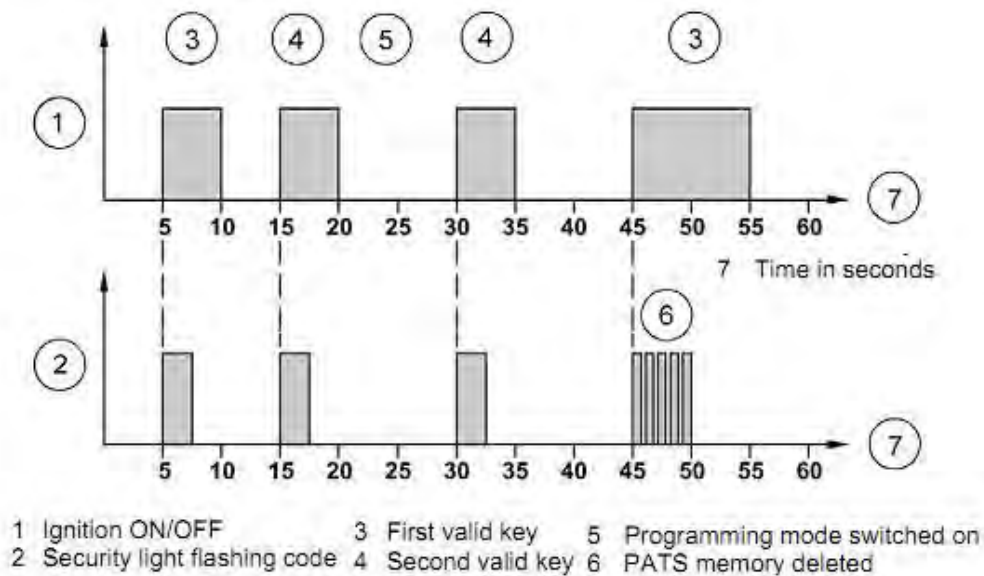
1. Masukkan kunci pertama yang valid ke tempat kunci kontak dan putar ke posisi ON selama 3 detik.
2. Masukkan kunci ke-2 yang valid ke tempat kunci kontak dalam 5 detik ke tempat kunci kontak dan putar ke posisi ON selama 3 detik.
3. Masukkan kunci yang baru ke tempat kunci kontak dalam 20 detik dan putar ke posisi ON selama 3 detik.
4. Program semua kunci berikutnya sesuai dengan langkah 3. Kemudian start kendaraan dengan semua kunci untuk memeriksa kefungsianya.
5. Setelah pemrograman kunci (*key programming*) selesai, bersihkan (*clear*) DTC yang tersimpan dalam PCM.

Fungsi pada PATS mengenai "*Customer spare key programming*" harus diaktifkan untuk menjalankan prosedur ini. Prosedur pemrograman ini diambil dari isi dari buku manual pemilik Mazda Tribute (EP) dan dapat dilakukan oleh pemilik kendaraan.

Gambar 9.35 Urutan *key programming tanpa WDS/sacantool*

Penghapusan kunci tanpa WDS atau scantool

Prosedur ini tersedia untuk I-PATS dan untuk D-PATS (contohnya pada Mazda2 – DY). Akan sangat membantu bila terjadi kasus kunci hilang atau nomer kunci yang valid tidak diketahui, misalnya dalam kasus mobil bekas atau mobil yang sudah dipakai. Prosedur menghapusan semua kunci kecuali untuk dua kunci yang valid yang digunakan :

1. Masukkan kunci pertama yang valid ke tempat kunci kontak dan putar ke posisi ON selama 3 detik.
2. Masukkan kunci ke-2 yang valid ke tempat kunci kontak dalam 5 detik dan putar ke posisi ON selama 3 detik.
3. Putar kunci ke-2 yang valid ke posisi OFF dan mengubahnya dalam waktu 10 detik kembali ke posisi ON selama 3 detik.
4. Masukkan kunci pertama yang valid ke dalam tempat kunci kontak dalam 10 detik dan putar ke posisi ON selama 10 detik. Lampu keamanan berkedip selama 5 detik untuk mengkonfirmasi prosedur penghapusan sukses dilaksanakan.
5. Setelah proses pemrograman kunci berhasil dilaksanakan, hapus (*clear*) DTC yang tersimpan dalam PCM.

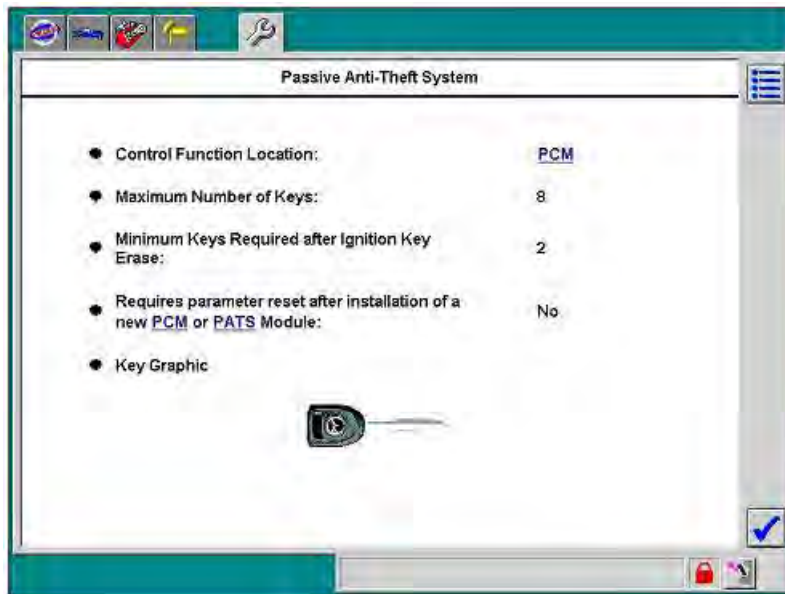
Fungsi pada PATS mengenai "*Customer spare key programming*" harus diaktifkan untuk menjalankan prosedur ini. Jika kunci yang valid diputar pada posisi OFF sementara lampu keamanan berkedip selama 5 detik, prosedur menghapusan dibatalkan.

Gambar 9.36 Urutan penghapusan kunci tanpa WDS atau scantool

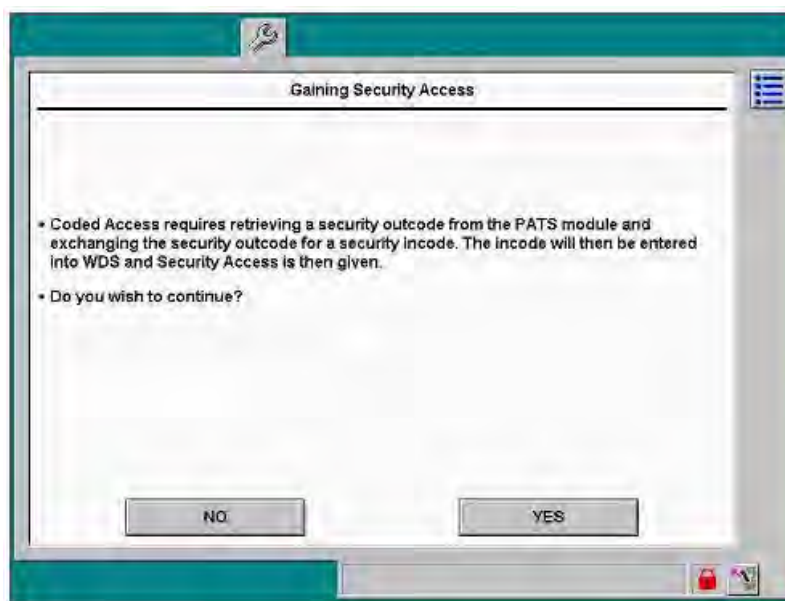
Fungsi PATS dengan WDS/Scantool

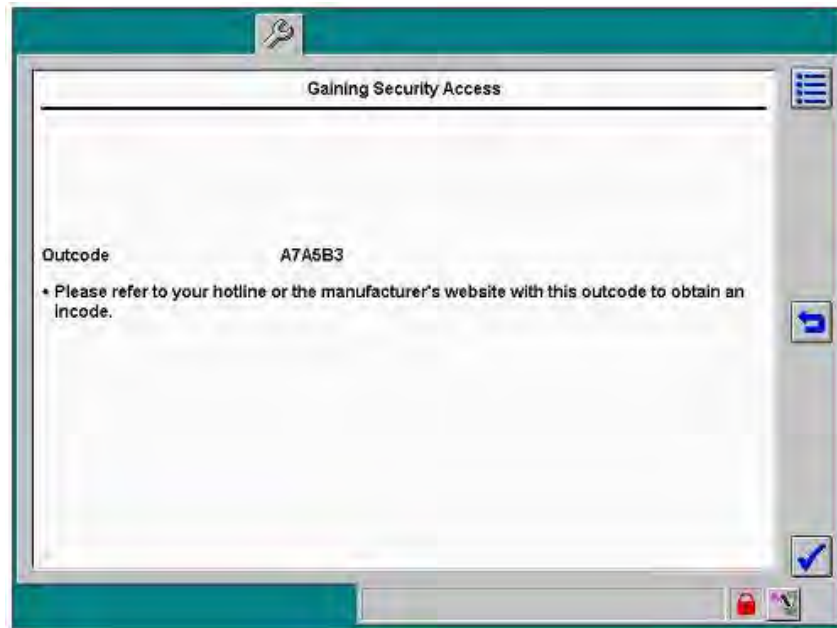
Akses Keamanan

Akses keamanan merupakan mode akses khusus melalui WDS untuk melakukan fungsi servis tertentu pada PATS. Pengaksesan kode keamanan didesain untuk mencegah penyalahgunaan. Fungsi PATS adalah sebagai berikut :

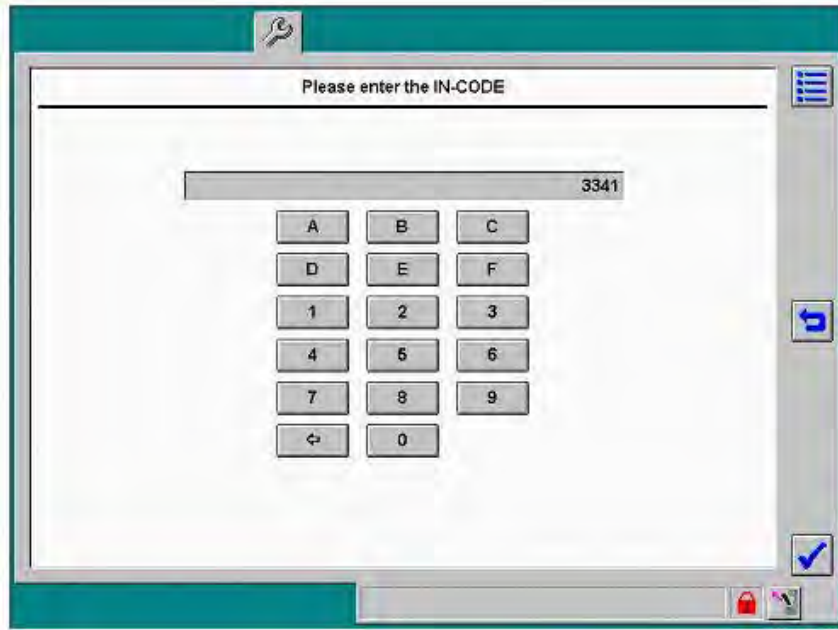
1. Pemrograman kunci tambahan (cadangan)
2. Penghapusan semua kunci dan Peregistrasian kunci yang baru
3. Pengubahan parameter yang ada untuk menambah kunci baru dengan menggunakan dua kunci sudah teregistrasi
4. Mereset parameter
5. Mengaktifkan / menonaktifkan maksimal jumlah kunci yang dapat diprogram

Untuk mendapatkan akses ke menu fungsi perlindungan PATS, pilih : Toolbox > Body > Security > PATS. Jika kita menekan tombol centang, WDS akan menampilkan informasi berikut tentang PATS.

Gambar 9.37 Tampilan awal fungsi I-PATS pada WDS/Scantool

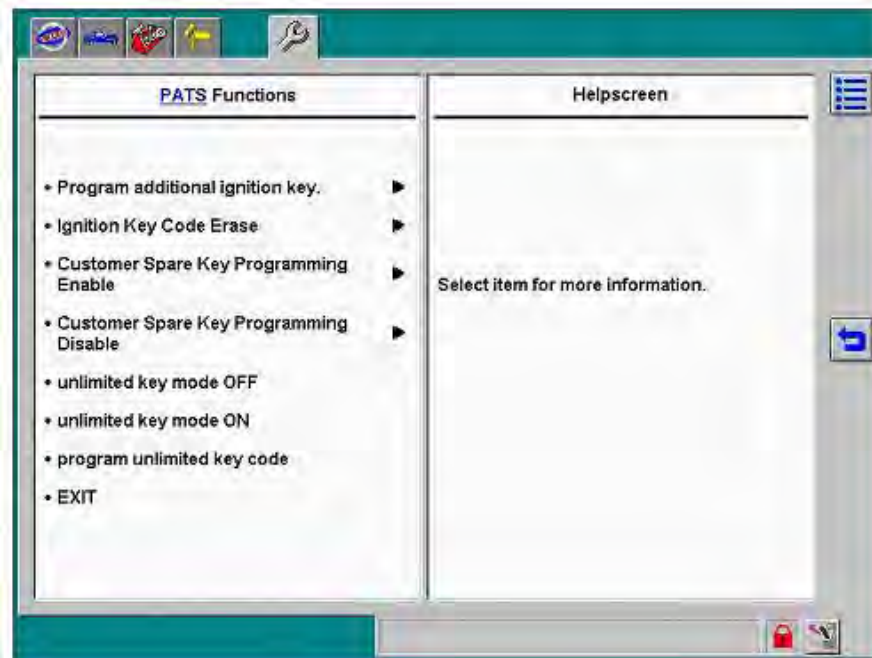
Setelah kita menekan tombol centang lagi, WDS meminta untuk mengambil *outcode* keamanan dari modul kontrol PATS. Seperti ditunjukkan pada gambar di bawah.

Gambar 9.38 Tampilan meminta outcode untuk akses keamanan

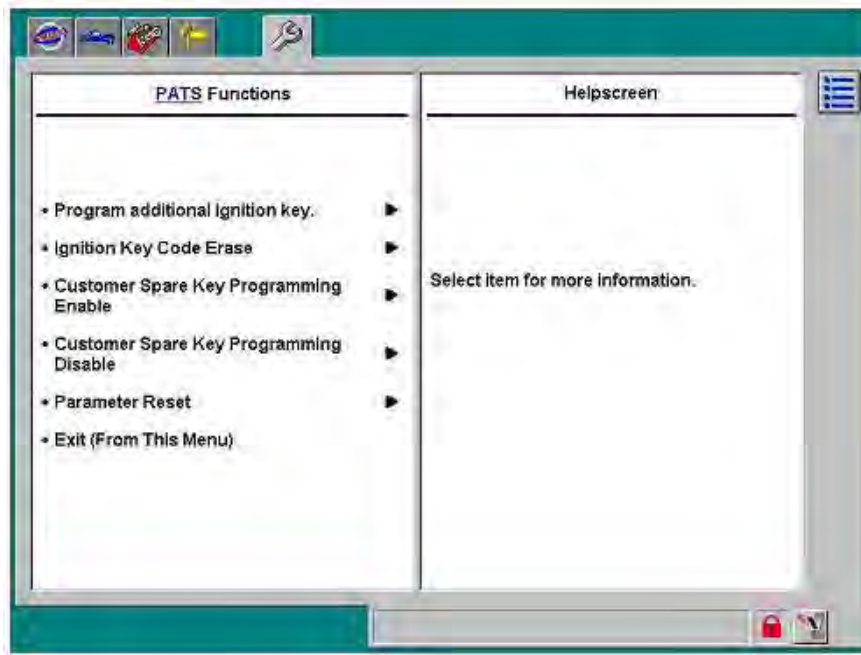
Menu fungsi PATS dari Mazda Tribute (EP) dapat diakses melalui akses keamanan “waktu” bukan akses keamanan “kode”. Sebelum memberikan akses keamanan mode akses keamanan “waktu” memerlukan 10 menit sebagai waktu tunda, bukan dengan memasukkan “kode”. Jika kita menekan tombol "Yes", WDS akan menampilkan *outcode* dari modul kontrol PATS.

Gambar 9.39 Tampilan didapatkan outcode pada akses keamanan

Ketika WDS sudah menampilkan *outcode* jangan memutar kunci kontak dari posisi LOCK ke posisi ON lebih dari 5 kali dan jangan lepaskan kabel baterai. Sebaliknya *outcode* baru akan dibuat untuk alasan keamanan. *Outcode* berisi 6 digit dan *Incode* 4 digit. Dealer kendaraan tertentu dapat memperoleh *incode* dari bagian servis dengan menginformasikan *outcode*, VIN dan data lainnya.

Setelah kita menekan tombol centang, WDS akan menampilkan keyboard dan menginstruksikan untuk memasukkan *incode* tersebut. Kunci kontak harus beralih ke posisi ON selama proses memasukkan *incode*.

Gambar 9.40 Tampilan intruksi memasukkan *incode* pada akses keamanan

Menu Fungsi PATS

Setelah WDS telah memberikan akses keamanan, akan muncul tampilan menu fungsi PATS (di sini diberikan contoh untuk I-PATS dari Mazda6).

Gambar 9.41 Tampilan menu fungsi PATS

Ketika akses keamanan sudah diberikan jangan mematikan WDS, jangan lepaskan *Data Link Connector* (DLC), jangan menyalakan mesin atau memutar kunci kontak ke posisi OFF dan biarkan lebih dari 10 detik, untuk menunggu keluar dari mode akses keamanan. Menu fungsi PATS dari D-PATS terlihat sedikit berbeda. Item "*Unlimited Key Mode ON*", "*Unlimited Key Mode OFF*" and "*Program Unlimited Key Code* " dihilangkan (bukan untuk Mazda2) dan item "*Parameter Reset*" telah ditambahkan.

Gambar 9.42 Tampilan menu fungsi D-PATS

Item dari menu Fungsi PATS adalah sebagai berikut :

- ✓ *Program additional ignition key*

  Program kunci kontak tambahan satu atau lebih tanpa menghapus kunci yang teregistrasi. Prosedur ini tidak memerlukan penggunaan kunci yang teregistrasi.

- ✓ *Ignition Key Code Erase*

  Menghapus semua nomer ID kunci yang terdaftar. Membutuhkan 2 kunci yang teregistrasi sebelum mesin di-start.

- ✓ *Customer Spare Key Programming Enable*

  Mengijinkan penggunaan pemrograman kunci tambahan (cadangan) tanpa WDS dengan menggunakan 2 kunci yang teregistrasi.

- ✓ *Customer Spare Key Programming Disable*

Melarang penggunaan pemrograman kunci tambahan atau cadangan tanpa WDS dengan menggunakan 2 kunci yang teregistrasi. Hal ini berguna untuk kendaraan yang disewakan.

- ✓ *Parameter Reset*

  Harus dilakukan pada kendaraan dengan D-PATS saat PCM, IC atau RKE telah diganti. Membutuhkan prosedur keamanan akses kedua.

- ✓ *Unlimited key mode ON*

  Menonaktifkan pembatasan sampai 8 kunci yang dapat diprogram.

- ✓ *Unlimited key mode OFF*

  Mengaktifkan pembatasan sampai 8 kunci yang dapat diprogram.

- ✓ Program unlimited key code

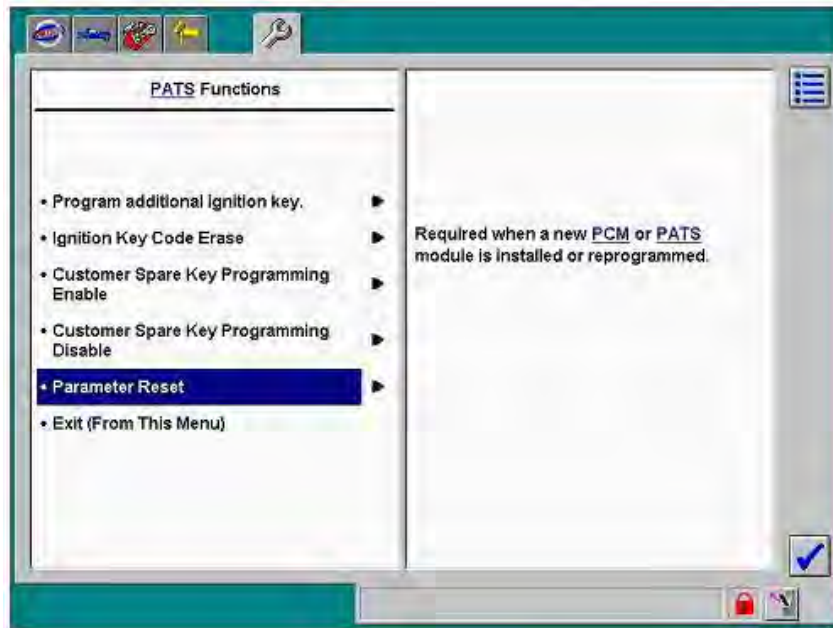
  Menginisialisasi untuk akses ke fungsi mode kunci tak terbatas

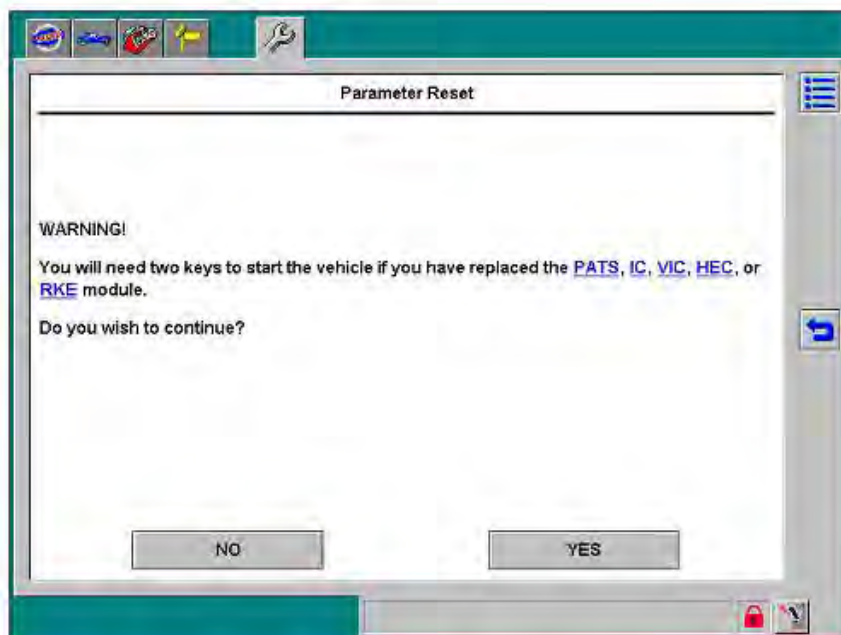
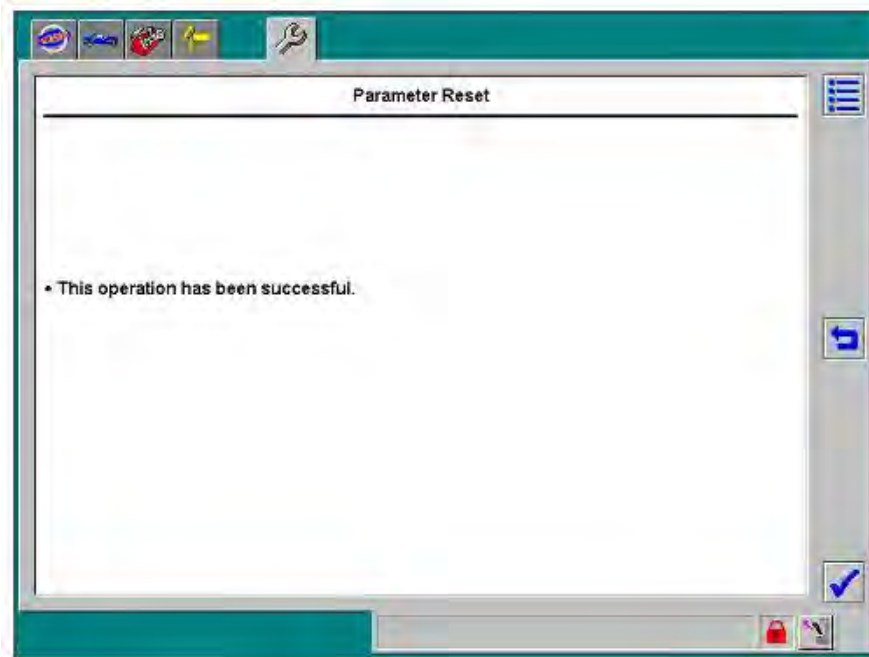
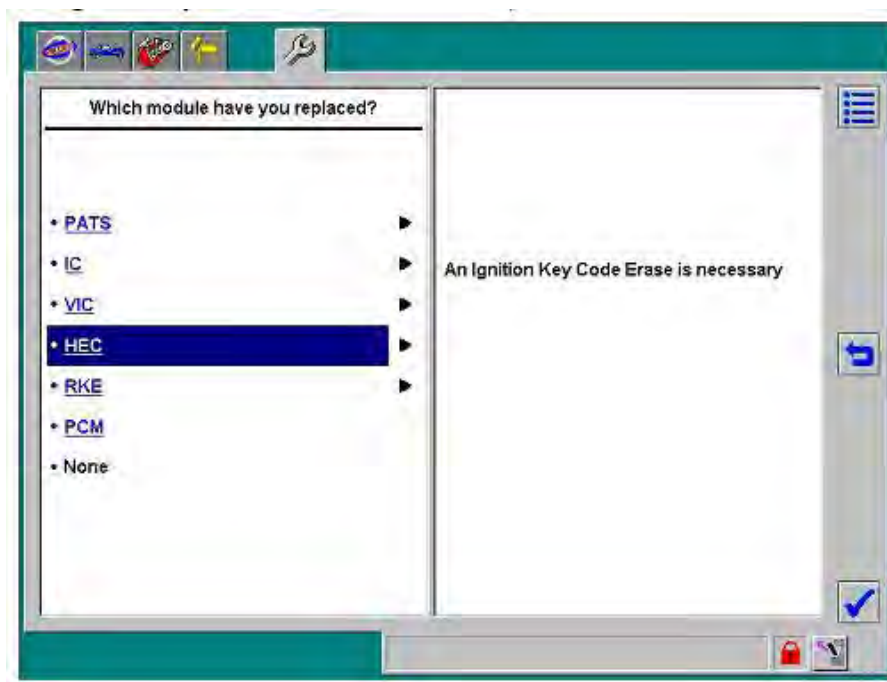
Ketika kita telah memilih pilihan yang dikehendaki sebaiknya mengikuti petunjuk dari WDS. Setelah memilih fungsi dari menu (kecuali untuk “*Program additional ignition key*” dan “*Customer Spare Key Programming Enable / Disable*”) atau setelah menu meninggalkan prosedur akses keamanan, harus diulang lagi untuk memilih opsi tambahan.

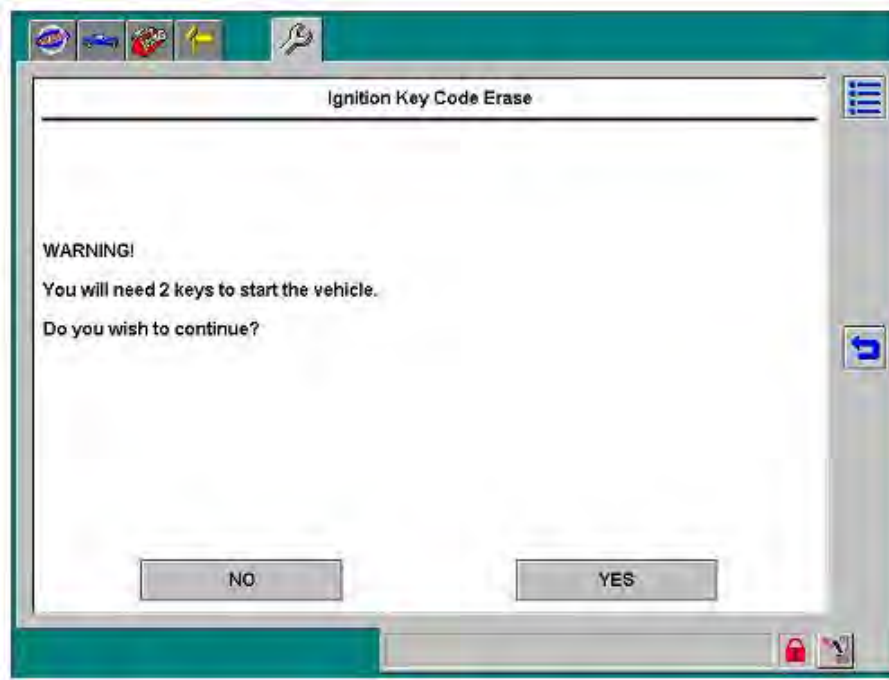
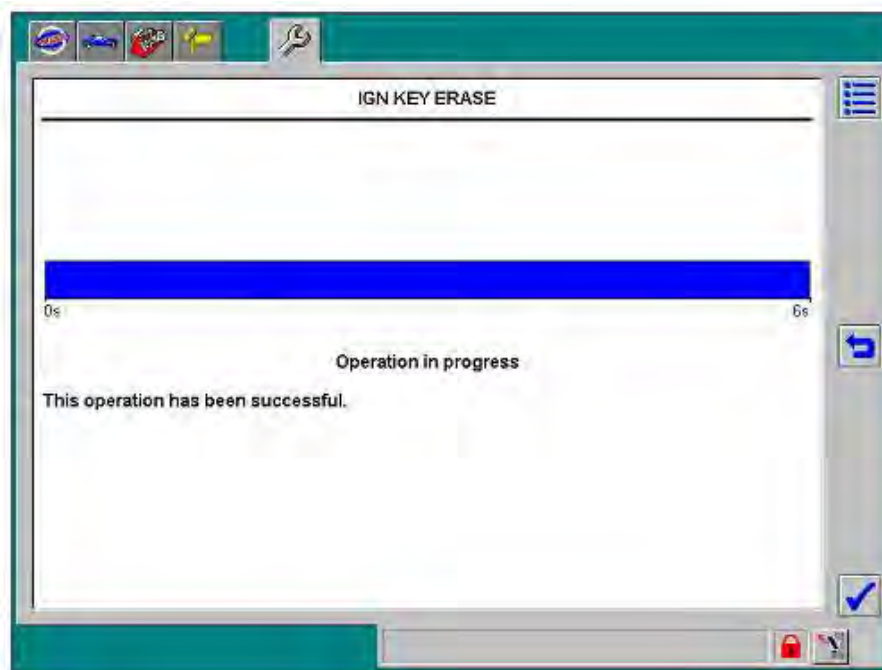
Parameter Reset

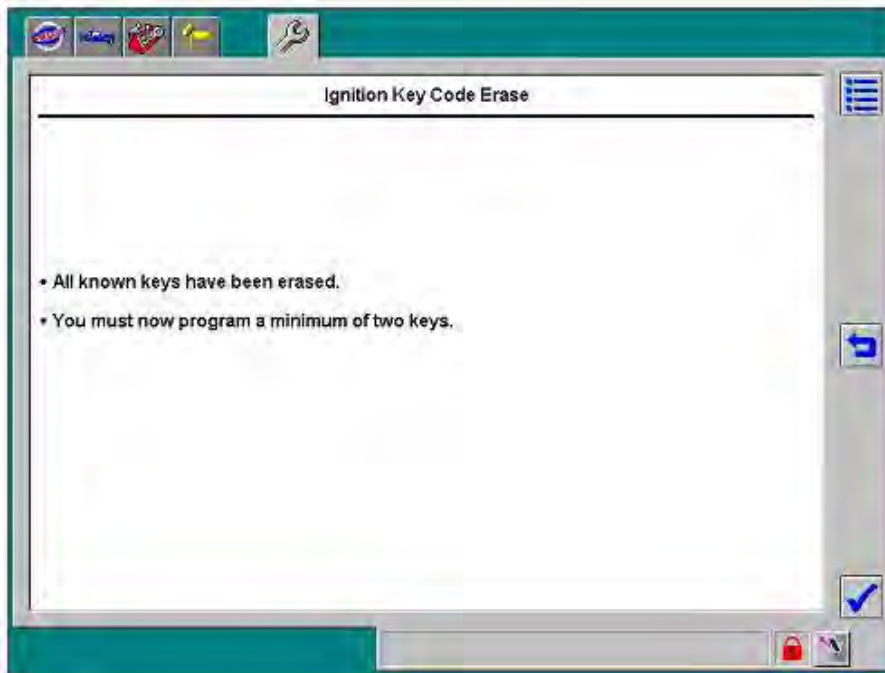
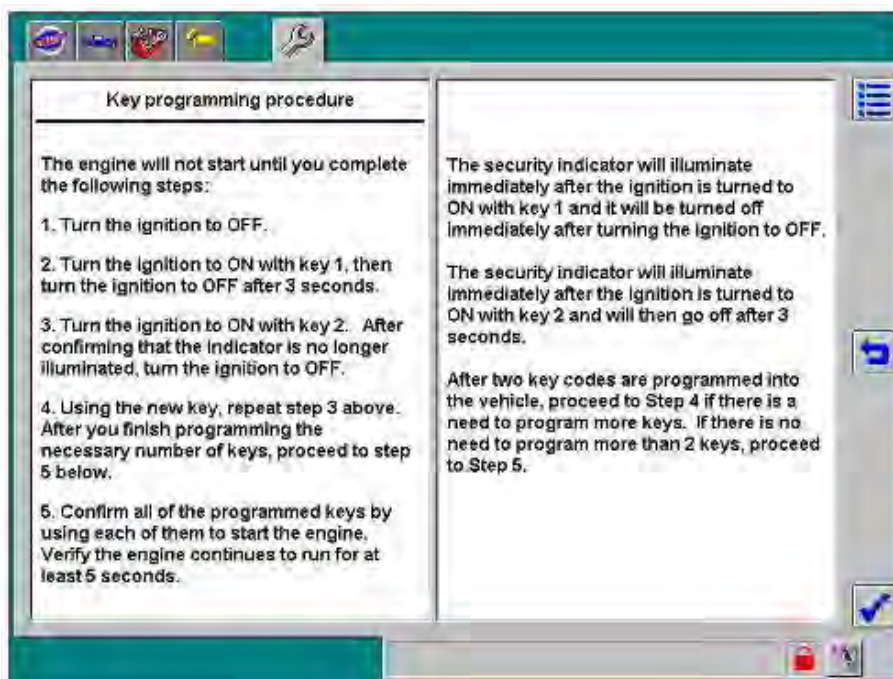
Setelah modul kontrol D-PATS telah dilepas, fungsi "*Parameter reset*" harus dilakukan. Ini mensinkronisasikan modul kontrol dan modul tambahan untuk mengaktifkan transfer data antara mereka selama proses verifikasi nomer ID.

Prosedur *Parameter Reset*

Lakukan reset parameter sesuai dengan prosedur berikut seperti yang ditunjukkan pada contoh untuk IC (*Instrument Cluster*) dari Mazda3. Setelah memilih "*Parameter Reset*" dan tekan tombol centang untuk meminta akses keamanan lagi, yaitu diperlukan *incode* ke-2. Selalu ikuti petunjuk dari WDS/scantool.

Gambar 9.43 Tampilan *Parameter Reset* langkah ke-1

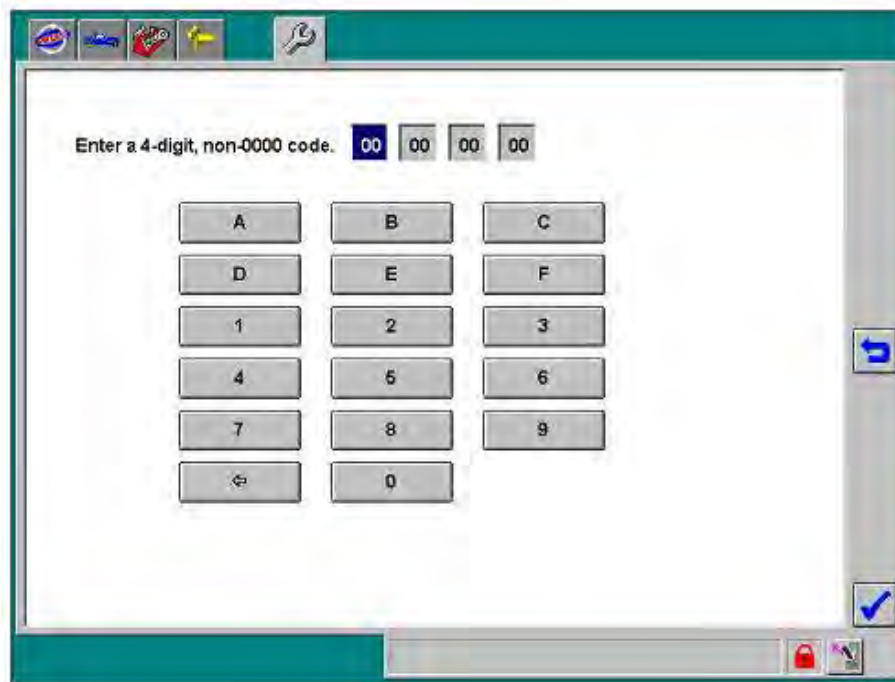
Tampilan pada gambar di bawah menunjukkan urutan jika semua modul diganti, yang terlibat dalam PATS pada beberapa jenis kendaraan Ford dan Mazda. Pilih modul HEC dan tekan tombol centang. " *Ignition key code erase*" adalah langkah berikutnya.

Gambar 9.44 Tampilan *Parameter Reset* langkah ke-2

Gambar 9.45 Tampilan *Parameter Reset* langkah ke-3

Gambar 9.46 Tampilan memilih "HEC"

Ketika IC telah digantikan, misal pada Mazda2 dan Mazda3 item menu "HEC" harus dipilih. Item PATS, IC dan VIC dalam menu ini tidak berfungsi.

Gambar 9.47 Tampilan *Ignition Key Code Erase*

Gambar 9.48 Tampilan operasi sukses *Ignition Key Code Erase*

Tekanlah tombol dengan tanda centang (lihat gambar di atas). Pada tampilan di bawah ini sudah bisa dikonfirmasi bahwa semua nomer ID utama telah dihapus. Setelah itu dua kunci harus diprogram. Kemudian tekan tombol centang.

Gambar 9.49 Tampilan peringatan setelah *Ignition Key Code Erase*

Gambar 9.50 Tampilan prosedur *key programming*

Pada tampilan di atas memberikan instruksi untuk pemrograman kunci yang diperlukan. Prosedur ini identik dengan prosedur "pemrograman Kunci tanpa WDS" seperti dijelaskan di atas. Hal ini tidak berhubungan dengan pemrograman kunci berikutnya apakah WDS masih terhubung ke DLC atau tidak.

Mode Unlimited Key

Contoh fungsi Mode *Unlimited Key* ini tersedia pada Mazda2 (DY), Mazda6 (GG / GY). Ini memungkinkan pemrograman lebih dari 8 kunci. Untuk mengaktifkan fungsi ini, pilih opsi "*Program unlimited key code*" dari menu fungsi PATS. Setelah kita menekan tombol centang, WDS menampilkan keyboard untuk memasukkan kode kunci. Kita dapat memasukkan nilai apapun kecuali untuk "00 00 00 00".

Gambar 9.51 Tampilan keyboard pada mode *unlimited key*

Jika kita menekan tombol centang lagi, WDS memprogram kode kunci ke PCM. Kemudian pilih opsi "*Unlimited key mode ON*" dari menu fungsi PATS. Setelah dua kunci teregistrasi yang baru (lihat catatan di bawah), PCM memungkinkan pemrograman lebih dari 8 kunci sesuai dengan prosedur "*Programming Key tanpa WDS*". Untuk menonaktifkan fitur ini, pilih opsi ""*Unlimited key mode OFF*". Maka PCM melarang pemrograman lebih dari 8 kunci.

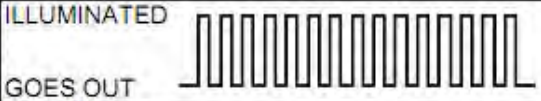
Fungsi mode *unlimited key* tidak dipakai dengan tidak sengaja, karena hal ini akan mengunci semua kunci yang teregistrasi dan start mesin dinonaktifkan. Setelah fungsi ini telah digunakan, minimal dua kunci teregistrasi yang baru agar bisa memakai fungsi "*Ignition key code erase*", yang mengharuskan untuk mengulangi prosedur akses keamanan.

Diagnosis

Sistem On-Board Diagnostic (OBD)

Sistem *On-Board Diagnostic* (OBD) pada PATS tergabung dalam modul kontrol PATS. Terdiri dari fungsi deteksi kerusakan dan fungsi diagnosis yang mulai beroperasi secara otomatis ketika kunci kontak diputar ke posisi ON.Sistem OBD memonitor fungsi dari komponen-komponen yang berbeda dan transfer sinyal diantara mereka. Sebuah kerusakan terdeteksi diindikasikan sebagai DTC tertentu. Ada dua metode verifikasi DTC, yaitu dengan lampu keamanan (*security light*) keluaran DTC diindikasikan dalam pola berkedip dan dengan membaca keluar memori DTC dari modul yang relevan, dan dengan menggunakan WDS atau scantool.

DTC dari PATS yang terdeteksi akan dihapus ketika kunci kontak diputar dari posisi ON ke posisi OFF (ACC). Akibatnya kerusakan atau malfungsi hanya ditunjukkan saat benar-benar terjadi kerusakan. Fungsi OBD memonitor data PID (**P**arameter **ID**entification) memungkinkan untuk menampilkan status dari parameter sistem dengan bantuan misalkan memakai WDS atau scantool. Tergantung PID pada PATS yang bervariasi yang tersedia, lihat masing-masing di W/M). Namun, PID berikut ini tersedia pada semua PATS : "NUMKEYS" (jumlah dari kunci yang teregistrasi)

Pemecahan masalah seharusnya selalu dimulai dengan pemeriksaan lampu keamanan (*security light*) dan membaca memori DTC dengan menggunakan WDS atau scantool. Namun, ada kemungkinan bahwa lampu keamanan mungkin tidak benar menampilkan DTC jika lampu keamanan tersebut rusak. Oleh karena itu, gunakan WDS untuk pemecahan masalah pada malfungsi PATS dalam berbagai kondisi.

Jika sistem immobilizer memiliki kerusakan yang kadangkala muncul, periksa masing-masing konektor dan yakinkan memiliki kontak yang bersih dan baik, periksa kabel untuk setiap rangkaian yang terputus atau terjadi *short circuit*. Ketika mesin tidak bisa di-start atau start tetapi berhenti setelahnya, dan tidak ada DTC yang direpresentasikan oleh lampu keamanan (*security light*) maupun WDS, kerusakan tersebut kemungkinan besar tidak berhubungan dengan sistem immobilizer. Sehingga ada kemungkinan diperlukan diagnosis lebih lanjut yang kemungkinan berhubungan dengan sistem kontrol emisi dan bahan bakar.

Lampu Keamanan (Security Light)

Lampu Keamanan (*Security Light) PATS* dikendalikan oleh modul sebagai berikut :

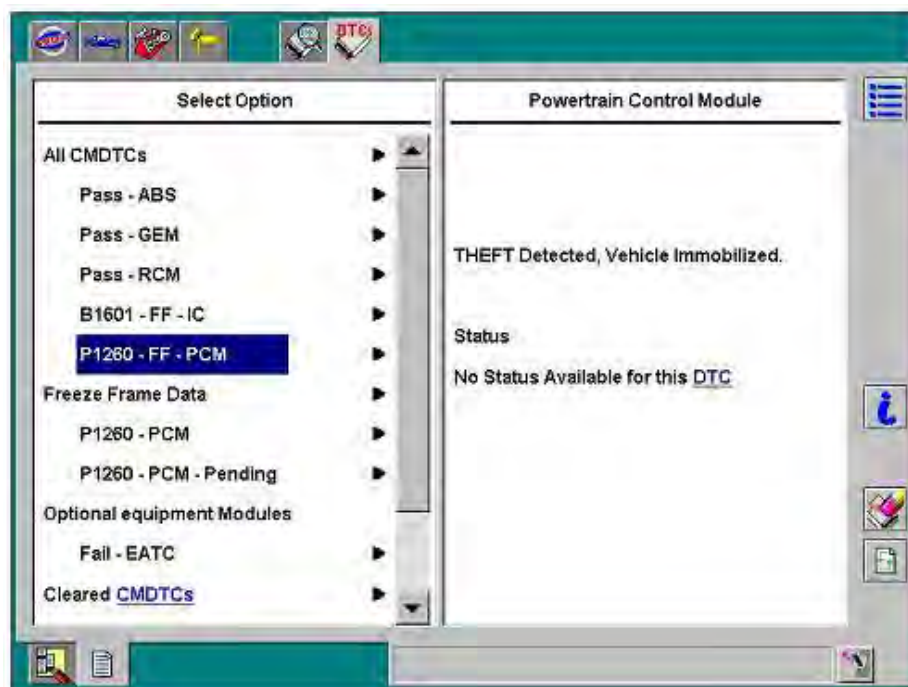
1. Aktivasi sistem Immobilizer ditampilkan oleh lampu keamanan, yang berkedip berulang kali selama 0.1 detik setiap 2 detik.
2. Fungsi immobilizer dinonaktifkan bila lampu keamanan mati 3 detik setelah kunci kontak telah beralih ke posisi ON atau START.
3. Jika sistem immobilizer tidak dinonaktifkan (kerusakan terdeteksi oleh fungsi OBD), lampu keamanan berkedip atau menyala selama 1 menit, tergantung pada kerusakan tersebut :
   - ✓ Lampu berkedip ketika terdeteksi DTC 16 atau lebih rendah.
   - ✓ Lampu menyala ketika terdeteksi DTC 21 dan lebih tinggi.
4. Periode deteksi lampu keamanan DTC berkedip sekitar 1 menit kemudian padam. Setiap kali kunci kontak diputar ke posisi ON, deteksi malfungsi dan proses tersebut di atas terulang.

Tabel 9.7 DTC pada dengan lampu keamanan pada PATS

No.	Security light flashing pattern (Before displaying DTC)	DTC
1	ILLUMINATED / GOES OUT	11, 12, 13, 14, 15, 16
2	ILLUMINATED / GOES OUT	21, 22, 23

Diagnostic Trouble Codes (DTC)

Pada I-PATS, PCM mendeteksi malfungsi pada sistem immobilizer dan menyimpan DTC yang sesuai ke memori. DTC ditampilkan dalam 5 digit oleh WDS/scantool dan dalam dua digit kode oleh lampu keamanan. Malfungsi PATS pada Mazda2 disimpan dalam PCM dan di IC. Mereka dapat dibaca dalam lima digit DTC dari PCM menggunakan WDS. Malfungsi yang terjadi ditampilkan selama waktu tertentu dalam dua digit kode oleh lampu keamanan. DTC disimpan dalam IC berhubungan dengan jika terjadi kegagalan komunikasi antara IC dan PCM.

Malfungsi PATS pada Mazda3 / RX-8 juga disimpan dalam lima digit DTC disimpan dalam IC / RKE dan PCM. Ketika PCM menonaktifkan saat start mesin sesuai dengan kerusakan terdeteksi oleh IC / RKE, DTC yang sesuai dapat dibaca dari IC / RKE. Dalam hal ini DTC P1260 (terdeteksi pencurian, kendaraan bergerak) selalu tersimpan dalam PCM. Tabel varian DTC dari PATS yang berbeda pada dasarnya mengandung DTC yang sama. Mereka juga menyediakan link untuk prosedur pemecahan masalah sesuai dengan DTC. Sebaiknya selalu melihat masing-masing W/M untuk mendapatkan tabel DTC yang benar.

Gambar 9.52 Tampilan DTC dengan menggunakan WDS/Scantool

Tabel 9.8 DTC pada PATS (Mazda RX-8)

DTC				Detection condition	Page (hyperlinked)
Security light flashing pattern		WDS display*			
		RKE	PCM		
11		B1681	P1260	No detected communication with the coil	SECURITY LIGHT: 11, DTC B1681/P1260
12		B2103	P1260	Coil malfunction	SECURITY LIGHT: 12, DTC B2103/P1260
13		B1600	P1260	The key ID number data cannot be read.	SECURITY LIGHT: 13, DTC B1600/P1260
		B2431	P1260	Key ID number registration error	SECURITY LIGHT: 13, DTC B2431/P1260

* : The letters at the beginning of each DTC are only displayed when using the WDS and refer to the following: B= Body system, P= Powertrain system, U= Network communication system.

Daftar Singkatan Materi Immobilizer

CAN	: Controller Area Network
DDS 1	: Diesel Diebstahl Schutz
DLC	: Data Link Connector
DSM	: Diesel Smart Module
DTC	: Diagnostic Trouble Code
EPC	: Electronic Parts Catalogue
HEC	: Hybrid Electronic Cluster
IC	: Instrument Cluster
MIS	: Mazda Immobilizer System
OBD	: On-Board-Diagnostics
PATS	: Passive Anti-Theft System
I-PATS	: Integrated PATS
D-PATS	: Distributed PATS
PCM	: Powertrain Control Module
PID	: Parameter IDentification
RF-ID	: Radio Frequency-IDentification
RKE	: Remote Keyless Entry
SST	: Special Service Tool
VIN	: Vehicle Identification Number
WDS	: Worldwide Diagnostic System
W/M	: Workshop Manual

9.1.3. Rangkuman

1. Immobilizer adalah perangkat perlindungan terhadap pencurian kendaraan yang hanya memungkinkan mesin bisa hidup dengan kunci yang telah teregistrasi sebelumnya.

2. Sistem immobilizer berfungsi untuk mencegah pencurian kendaraan yang dilakukan dengan cara seperti pemaksaan kunci atau dengan cara metode "*hotwiring*".

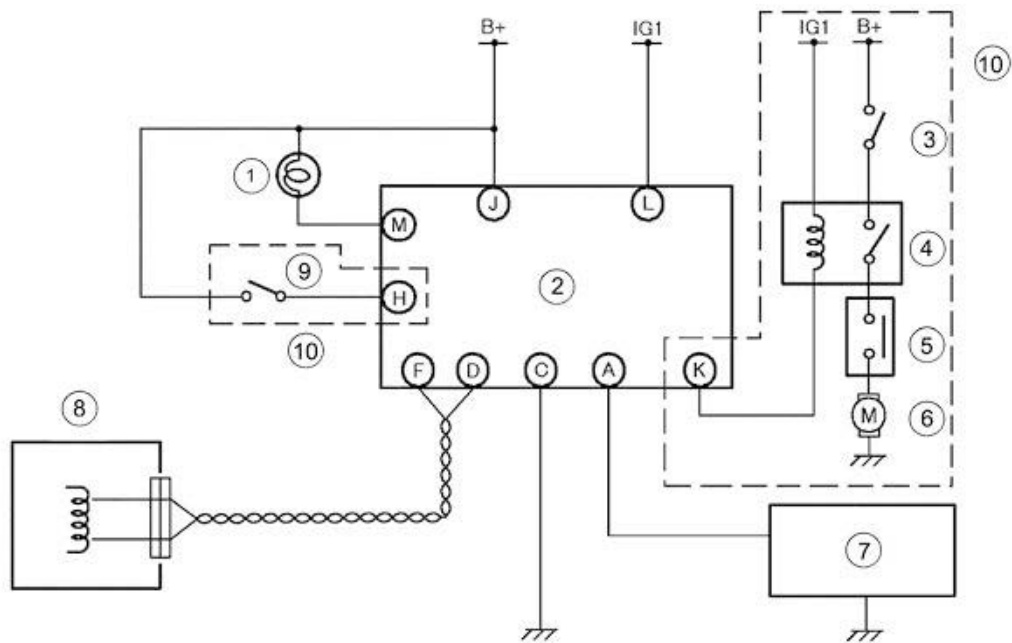
3. Pada dasarnya ada 2 tipe yang berbeda dari sistem immobilizer yang dipakai dikendaraan :
   - ✓ Sistem yang dipakai dan dikembangkan oleh masing-masing produsen mobil baik MAZDA (Mazda *Immobilizer System/MIS*), Toyota, BMW, Honda dan lain-lain.
   - ✓ Sistem *Pasif Anti Theft* (PATS), terdiri dari : I-PATS (*Integrated PATS*) dan D-PATS (*Distributed PATS*).

4. Komponen-komponen pada sistem immobilizer adalah *Transponder key , Coil antenna, Security light, PCM, Immobilizer module, IC (Instrument Cluster) / HEC (Hybrid Electronic Cluster), RKE (Remote Keyless Entry), DDS1 (Diesel-Diebstahl-Schutz) and DSM (Diesel Smart Modul).*

5. Fungsi sistem *On-Board Diagnostic* (OBD) terdiri dari fungsi deteksi kerusakan dan fungsi diagnosis yang mulai beroperasi secara otomatis ketika kunci kontak diputar ke posisi ON. Kerusakan yang terjadi saat ini direpresentasikan oleh lampu keamanan dan / atau disimpan dalam PCM (*Powertrain Control Modul*) sebagai DTC (*Data Trouble Code*).

6. Mengidentifikasi kerusakan bisa dilakukan dengan memeriksa sinyal sistem immobilizer dengan osiloskop jika prosedur yang ada tidak membantu.

9.1.4. Tugas

Gambar di bawah merupakan salah satu contoh wiring diagram pada sistem immobilizer. Sebutkan nama-nama komponen yang ditunjukkan pada nomer 1 s/d 9 !

9.1.5. Tes Formatif

1. Jelaskan yang disebut dengan Immobilizer ?

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Mengapa sistem immobilizer digunakan di kendaraan ?

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

3. Pada dasarnya ada 2 tipe yang berbeda dari sistem immobilizer yang dipakai dikendaraan, sebutkan !

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

4. Sebutkan komponen-komponen yang ada pada sistem immobilizer ?

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Jelaskan cara kerja sistem *On-Board Diagnostic* (OBD) pada sistem immobilizer ?

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

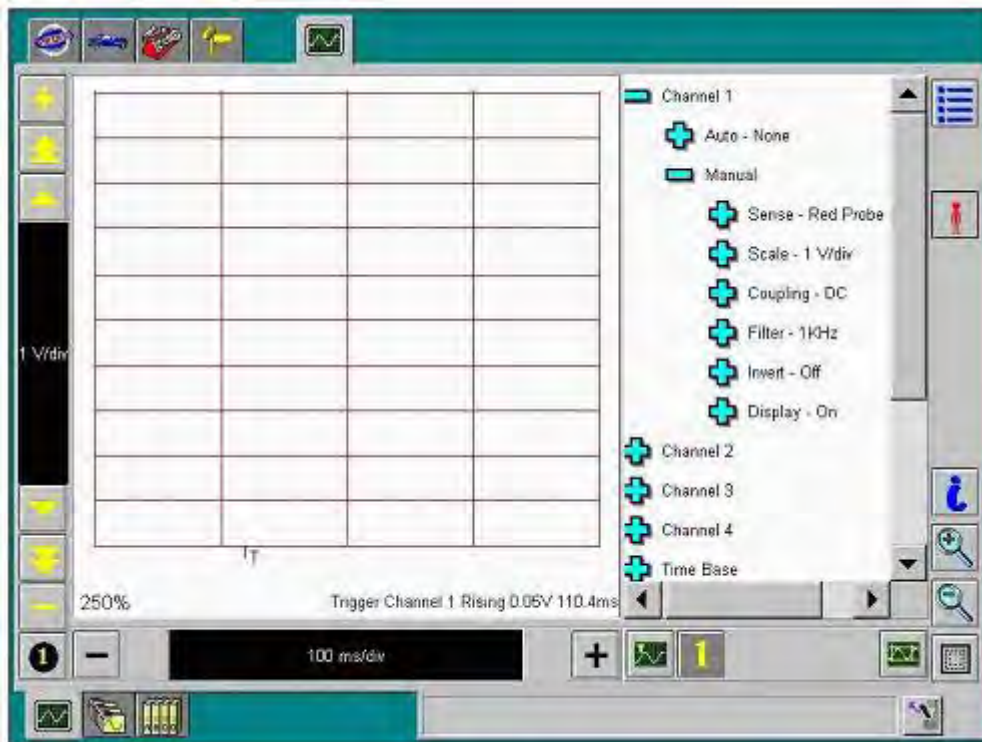
....

....

....

....

....

6. Gambarkan sinyal transponder yang valid jika kita ukur dengan menggunakan osiloskop !

9.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Jelaskan yang disebut dengan Immobilizer ?

   Immobilizer adalah perangkat perlindungan terhadap pencurian kendaraan yang hanya memungkinkan mesin bisa hidup dengan kunci yang telah teregistrasi sebelumnya.

2. Mengapa sistem immobilizer digunakan di kendaraan ?

   Karena sistem immobilizer berfungsi untuk mencegah pencurian kendaraan yang dilakukan dengan cara seperti pemaksaan kunci atau dengan cara metode "hotwiring".

3. Pada dasarnya ada 2 tipe yang berbeda dari sistem immobilizer yang dipakai dikendaraan, sebutkan !

   ✓ *Sistem yang dipakai dan dikembangkan oleh masing-masing produsen mobil baik MAZDA (Mazda Immobilizer System/MIS), Toyota, BMW, Honda dan lain-lain.*

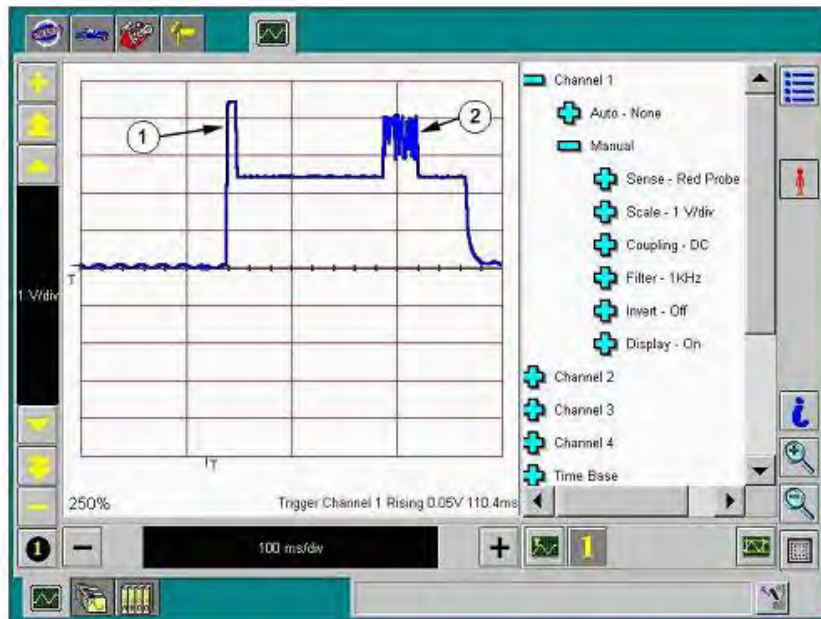
   ✓ *Sistem Pasif Anti Theft (PATS), terdiri dari : I-PATS (Integrated PATS) dan D-PATS (Distributed PATS).*

4. Sebutkan komponen-komponen yang ada pada sistem immobilizer ?

   Transponder key , Coil antenna, Security light, PCM, Immobilizer module, IC (Instrument Cluster) / HEC (Hybrid Electronic Cluster), RKE (Remote Keyless Entry), DDS1 (Diesel-Diebstahl-Schutz) and DSM (Diesel Smart Modul).

5. Jelaskan cara kerja sistem *On-Board Diagnostic* (OBD) pada sistem immobilizer ?

   Contoh fungsi sistem On-Board Diagnostic (OBD) pada MIS terdiri dari fungsi deteksi kerusakan dan fungsi diagnosis yang mulai beroperasi secara otomatis ketika kunci kontak diputar ke posisi ON. Sistem OBD memonitor fungsi dari komponen-komponen yang berbeda dan transfer sinyal antara komponen-komponen tersebut. Kerusakan yang terjadi saat ini direpresentasikan oleh lampu keamanan dan / atau disimpan dalam PCM (Powertrain Control Modul) sebagai DTC (Data Trouble Code). DTC pada sistem immobilizer akan terhapus dari memori yang berada pada modul immobilizer ketika kunci kontak diputar dari ON ke LOCK atau posisi ACC.

6. Gambarkan sinyal transponder yang valid jika kita ukur dengan menggunakan osiloskop !

1 Signal start
2 Valid transponder signal

9.1.7. Lembar kerja siswa

Carilah dan sebutkan jenis kendaraan apa saja yang menggunakan sistem immobilizer dengan cara mencari informasi dari berbagai sumber baik buku, internet atau sumber lain yang relevan, baik kendaraan yang diproduksi oleh toyota, honda, hyundai, Chevrolet, BMW, Mercedes Benz, Mazda atau lainnya ! Kemudian lakukan diskusi kelompok !

Praktekkan penggunaan scantool pada sistem immobilizer pada mobil tertentu dan catatlah fasilitas yang ada pada scantool itu, kemudian diskusikan dengan kelompok anda, fungsi dari item yang ada pada scantool tersebut !

Ukur sinyal transponder yang ada pada sistem immobilizer pada mobil tertentu dengan menggunakan osiloskop ! Kemudian gambarlah hasilnya pada lembar kerja dan diskusikan dengan kelompok mengenai bentuk sinyal yang terukur tadi !

DAFTAR PUSTAKA

- Albert Paul Malvino, Ph.D, Prinsip-PrinsipElektronika, Erlangga, Jakarta, 1985.
- Erschler, *Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik,* Europa Lehrmittel, Stuttgart, 1984.
- Tom Denton, *Automobile Electrical and Electronic System*, Auckland Sydney London, 1995
- ………, *Autoelektrik Autoelektronik am Ottomotor*, BOSCH, Stutgart, 1987.
- ………., *Automotive Electric/Elektronic System*, Manualbook, Robert Bosch Gmbh, Stuttgart. 1995
- ………, *Automotive Handbook*, Robert Bosch Gmbh, Stuttgart. 2000
- ...……., *Motronik Engine Management,*Manualbook, Robert Bosch Gmbh, Stuttgart. 1994.
- ...……., *Immobilizer System Training Manual (CT-L1007)*, Mazda Motor Europe GmbH Training Service. 2005.